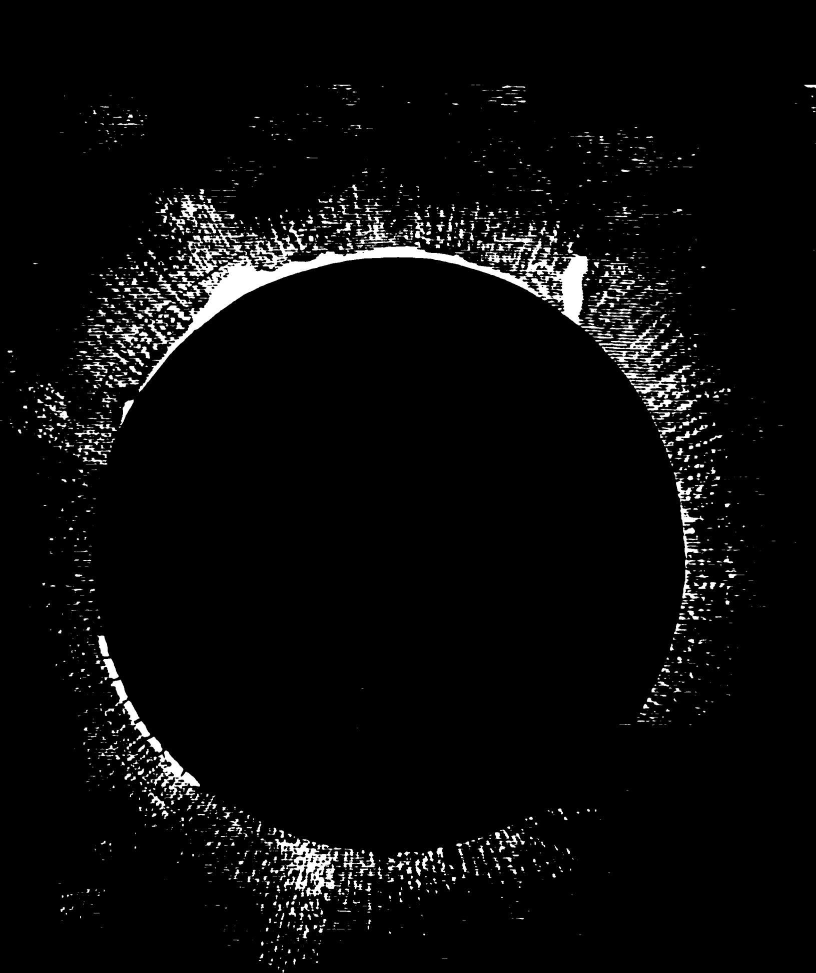
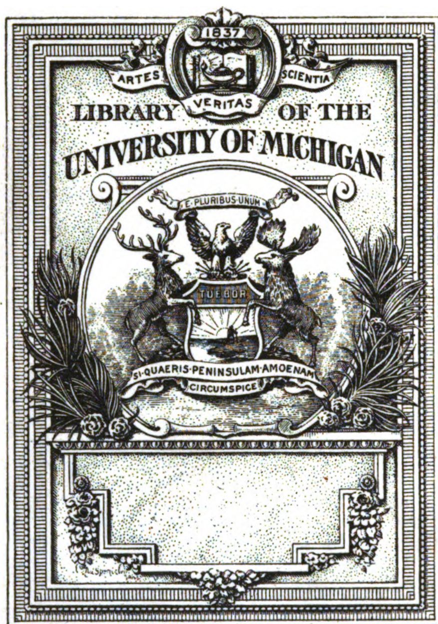


Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den Gebieten der ...


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

# Jahrbuch
der
# Erfindungen
und
Fortschritte auf den Gebieten
der
Physik und Chemie, der Technologie und Mechanik,
der Astronomie und Meteorologie.

Herausgegeben von

Dr. H. Hirzel, Professor an der Universität und H. Gretschel, Lehrer der Mathematik

zu Leipzig.

Fünfter Jahrgang.






Mit 43 in den Text gedruckten Abbildungen

Leipzig
Verlag von Quandt & Händel.
1869.

# Vorwort.

Zum fünften Male tritt jetzt das Jahrbuch der Erfindungen vor seine Leser. Ziel und Haltung desselben sind vom ersten Jahrgange an in allen wesentlichen Punkten dieselben geblieben, und der Beifall den das Unternehmen von den verschiedensten Seiten gefunden hat, darf wohl als ein Zeichen dafür betrachtet werden, daß der Inhalt der früheren Jahrgänge den Bedürfnissen der Leser entsprochen hat; dieser Beifall ermuthigt auch die Herausgeber, ferner auf dem eingeschlagenen Wege fortzuschreiten.

Zu besonderen Vorbemerkungen bietet der vorliegende Jahrgang keine Veranlassung. Nur möchten wir wieder an die Leser die Bitte richten, etwa sichtbar werdende Lücken im Hinblick auf die Schwierigkeiten, die sich der Verarbeitung des in großer Fülle dargebotenen Stoffes auf dem verhältnißmäßig kleinen uns zugemessenem Raume darbieten, zu entschuldigen und uns die Ausfüllung derselben bis zum nächsten Jahrgange nachzusehen.

So übergeben wir denn diesen neuen Jahrgang dem Publikum mit dem Wunsche, daß er den alten Freuden willkommen sein und dem Unternehmen neue Freunde gewinnen möge.

Leipzig, Ende September 1869.

**Die Verfasser.**

## Berichtigungen.

Im vorigen Jahrgange S. 156, Z. 2 v. o. muß es heißen 25 Procent statt 17 Procent.

Im vorliegenden Jahrg. muß S. 8, Fig. 1 der Kopf des Kometen in der Mitte hell statt dunkel erscheinen;

S. 160, Z. 11 v. u. lies Boulay's statt Boulag's.

S. 160, Z. 10 v. u. lies einen Zusatz statt ein Zusatz.

# Inhaltsübersicht.

## Astronomie.


Die neu entdeckten Planeten des Jahres 1868 . . . . . . 3
Die Kometen des Jahres 1868 . . . . . . . . . . . . 4.
Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteinfälle . . . . 10
Die Sonne . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 27
Der Durchgang des Merkur durch die Sonne am 5. Nov. 1868 51
Die Beobachtung von Flecken auf der Venus . . . . . . 58
Spektralbeobachtungen von Fixsternen . . . . . . . . . 59


## Physik und Meteorologie.


**Molekular-Physik** . . . . . . . . . . . . . . . . . 62
Graham's Untersuchungen über die Absorption von Wasserstoff durch Palladium . . . . . . . . . . . . . 62

**Akustik** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 67
Neue Untersuchungen über die Fortpflanzung von Schallwellen in der Luft . . . . . . . . . . . . . . . . 67
Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in festen Körpern . . 87
Hilfsmittel zum Studium der Klangfarbe . . . . . . 89
Appunn's Tonmesser . . . . . . . . . . . . . . . 91
Apparate zum Studium der Interferenzerscheinungen . . 91

**Optik** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 95
Neue spektroskopische Arbeiten . . . . . . . . . . 95
Photographie . . . . . . . . . . . . . . . . . . 118
Polarisation des Lichtes . . . . . . . . . . . . 122
**Wärmelehre** . . . . . . . . . . . . . . . . . . 135
Neue Thermometer . . . . . . . . . . . . . . . . 135
Wärmeregulator von Hipp . . . . . . . . . . . . 138
Der selbstthätige Ofenregulator von Bender und Teller . . 141
Die Diathermansie des Sylvins . . . . . . . . . . 142
Untersuchungen über die dunkelen Wärmestrahlen . . . . 146

Seite
**Elektricität und Magnetismus** . . . . . . . . . . . . . 149
Verbesserungen der Influenzmaschinen . . . . . . . . . . 149
Neue galvanische Elemente . . . . . . . . . . . . 155
Galvanoplastik . . . . . . . . . . . . . . . . 166
Das elektrische Licht . . . . . . . . . . . . . . 169

## Mechanik und mechanische Technologie.

Dynamometer . . . . . . . . . . . . . . . . . . 188
Mechanismen zur Fortbewegung . . . . . . . . . . . . 194
Die Nähmaschine . . . . . . . . . . . . . . . . 200
Die Strickmaschine . . . . . . . . . . . . . . . 224
Neue Pumpenconstructionen . . . . . . . . . . . . 231

## Chemie und chemische Technologie.

**Allgemeines** . . . . . . . . . . . . . . . . . . 243
Filtriren und Auswaschen der Niederschläge nach Bunsen . 243

**Die Elemente und einige einfache chemische Verbindungen derselben** 251

Sauerstoff: Zusammensetzung der S.-Moleküle 251. — Darstellung von reinem Sauerstoffgas nach Böttger 253
Wasserstoff: Metallische Natur des W. 253. — Wasserstoffsuperoxyd . . . . . . . . . . . . . . . 255
Fluor: Prat über die F.-Verbindungen 256. — Fluorwasserstoff . . . . . . . . . . . . . . . 257
Chlor: Spec. Gewicht des reinen Chlorgases 257. — Chloralkalien 258. — Fabrikation des Chlorkalks 260. Chlorwasserstoff (Salzsäure) . . . . . . . . . 262
Kohlenstoff: Diamant 263. — Graphit 264. — Veränderungen der Steinkohle beim Erhitzen 270. — Kohlenoxydgas 273. — Schwefelkohlenstoff . . . . . 279
Stickstoff: Salpetersäure . . . . . . . . . . . 279
Antimon: Reinigung des käufl. Antimons 280. — Darstellung von Antimonoxyd . . . . . . . . . . 282
Zinn: Reinigung der Zinnerze von Wolfram 282. — Zinndendriten 284. — Einwirkg. der Schwefelsäure auf Zinn 284 — Molkularveränderung in der Kälte . 284
Chrom: Darstellung von metall. Chrom 285. — Chromoxyd . . . . . . . . . . . . . . . . . 285
Molybdän: Darstellung von reinem M. . . . . . . . 287
Wolfram: Wolframsaures Baryum (Wolframweiß) . . 288
Platin: Darstellung oder Abscheidung von chemisch reinem Platin . . . . . . . . . . . . . . . . 288
Silber: Destillirtes Silber 289. — Nicht giftige Versilberungsflüssigkeit 290. — Verhütung des Anlaufens feiner Silberarbeiten . . . . . . . . . . . . 290
Kupfer: Kupfer in pulverförmigem Zustande 291. — Ein-

Seite

wirkung der Schwefelsäure auf K. 291. — Einwirkung von Iridiumlösung auf K. 292. — Vorschrift zum Schwarzbeizen von K. 292. — Kupferhaltige Legirungen 292. — Einwirkung von Säuren auf Kupferlegirungen 294. — Erzeugung einer schönen Patina . . 285

Blei: Einwirkung des Wassers auf Blei 299. — Chlorblei. 301. — Bleiweiß . . . . . . . . . . . 302

Zink: Abscheidung des Zinks aus geringhaltigem Galmei auf nassem Wege 303. — Einwirkung der Schwefelsäure auf Zink 303. — Herstellung einer dauerhaften schwarzen Patina auf Zink 304. — Herstellung einer schwarzen Oberfläche auf Zinkblech 307. — Schwarzbeizen des Zinks nach Knaff 309. — Lackirung von Zinkblech . . . . . . . . . . . . . . . . . 31

Eisen: Heaton's Stahl-Frischproceß 311. — Spectrum der Bessemerflamme 316. — Wolfram-Bessemerstahl 316. — Das Siemens-Martin'sche Verfahren der Stahlerzeugung 317. — Vergleichung des Bessemerprozesses mit dem Martin'schen Verfahren 319. — Einfluß des Phosphors auf die Eigenschaften des Schmiedeeisens und Stahls 321. — Entstehung des hämmerbaren Gußeisens 323. — Bestimmung des Schwefelgehalts im Gußeisen 324. — Versilberung von Gußeisen 325. — Verquecksilberung des Eisens 326. — Phosphoreisen 326. — Schwefeleisen . . 327

Mangan: Nürnberger Violett . . . . . . . . . . . 328

Uran: Darstellung . . . . . . . . . . . . . . 328

Jargonium . . . . . . . . . . . . . . . . 329

Aluminium: Verhältniß des Siliciums zum A. 330. — Thonerdehaltige Produkte 331. — Thonwaaren welche beim Trocknen oder Brennen nicht schwinden 331. — Fabrikation harter künstlicher Steine 332. — Platinüberzug auf Thonwaaren . . . . . . . . 332

Calcium: Darstellung von reinem Aetzkalk 334. — Schwefelsaures Calcium 335. — Mittel, das Erhärten des Gypsbreies zu verzögern 337. — Bildung von Anhydrit 339. — Cement . . . . . . . . . . . 339

Natrium und Kalium: Darstellung von Natrium im Großen 341. — Natrium als Material zu Zündrequisiten 343. — Aetznatron 347. — Alkannin, neues Reagens auf Alkalien 348. — Sodafabrikation 348. — Abscheidung des Schwefels aus den Sodarückständen 351. — Fluornatrium 364. — Chlorsaures Kalium 365. — Glas 367. — Kryolithglas 367. — Glaskunstarbeiten 369. — Einfluß des Sonnenlichtes auf die Färbung des Glases 370. — Anwendungen des Wasserglases . . . . . . . . . . . . . 371

Seite
**Organische Verbindungen** . . . . . . . . . . . . . . 375
Cyanverbindungen Bildungsweise der Cyanmetalle 375. — Reines Cyankalium 375. — Nachweisung von Cyankalium 376. — Fabrikation des gelben Blutlaugensalzes 377. — Berlinerblau . . . . . 379
Kohlenwasserstoffe: Petroleum 380. — Petroleumquellen in Rumänien 380. — Zusammensetzung des Petroleumgases 381. — Physikalische Eigenschaften verschiedener Petroleumsorten und Mineralöle 383. — Einfluß des Lichtes auf Mineralöle. 400. — Anwendungen des raffinirten Petroleums 401. — Aufbewahrung der Mineralöle . . . . . . . . . . 401

**Nekrolog** . . . . . . . . . . . . . . . . . . 404

# Jahrbuch der Erfindungen.

I.

# Astronomie.

---

## Die neu entdeckten Planeten des Jahres 1868.

Das verflossene Jahr 1868 ist außerordentlich reich an planetarischen Entdeckungen gewesen: nicht weniger als zwölf Glieder unseres Sonnensystemes sind neu aufgefunden worden. Wie in den vergangenen Jahren gehören alle diese Körper zu der Gruppe der kleinen Planeten, welche zwischen Mars und Jupiter die Sonne umkreisen.

Der Planetoid (96), Aegle, wurde am 17. Februar von Coggia auf der Hilfssternwarte zu Longchamp bei Marseille entdeckt. Er erschien als ein Stern 11. Größe im Sternbilde des großen Löwen in der Nähe des Regulus.

An demselben Abende wurde von dem durch mehrere Kometen- und vier Planetenentdeckungen bekannten eifrigen Liebhaber der Astronomie, Tempel in Marseille, der Planetoid (97) entdeckt. Anfangs hielt Tempel den Planeten für identisch mit (91), doch stellte sich aus den Beobachtungen von Luther in Bilk und Bruhns in Leipzig bald heraus, daß man es mit einem neuen Himmelskörper zu thun habe. Nach Aufforderung des Entdeckers ertheilte die kaiserliche Gesellschaft der Wissenschaften in Cherbourg dem neuen Planeten den Na- Clotho, einem Vorschlage Tempel's folgend, der die drei letzten kleinen Planeten des ersten Hunderts mit den Namen der drei Parzen, Clotho, Lachesis und Atropos belegt wissen wollte, „nicht als wenn die Schere der Atropos den Faden dieser Nachforschungen abschneiden sollte", sondern nur um überhaupt einen Abschnitt zu bezeichnen. Dieser Vorschlag hat

indessen bei der Benennung der nächst entdeckten Planeten keine Beachtung gefunden, wahrscheinlich, weil der nächste Entdecker denselben zur Zeit der Entdeckung noch nicht kannte.

Der folgende Planetoid, (98), wurde am 18. April von Peters in Clinton, Ver. Staaten, aufgefunden. Er erschien als ein Stern 12. Größe und erhielt von seinem Entdecker den Namen Janthe.

Der nächste Planetoid, (99), wurde in Longchamp durch Borelly am 28. Mai als ein Stern 13. bis 14. Größe entdeckt.

Von drei Beobachtern selbstständig wurde der Planetoid (100) entdeckt, der den Namen Hekate erhalten hat. Zuerst, nämlich am 11. Juli, sah ihn Watson in Ann Arbor, Ver. Staaten; dann am 15. Juli Peters in Clinton, und endlich in der Nacht vom 16. zum 17. Juli, ehe noch die Nachricht von der Entdeckung aus Nordamerika nach Europa gelangt war, Coggia in Longchamp.

Den Planetoiden (101), Helena, entdeckte ebenfalls Watson in Ann Arbor, und zwar am 15. August.

Nur eine Woche später, am 22. August, fand Peters in Clinton einen neuen Planetoiden (102), welcher den Namen Miriam erhielt.

Die Entdeckung der vier folgenden Planetoiden verdanken wir wieder Watson in Ann Arbor; dieser fand nämlich

(103) am 8. September
(104) „ 13. „
(105) „ 16. „ und
(106) „ 10. October.

Endlich entdeckte nach Norman R. Pogson in Madras am 17. November, als er sich mit der Aufsuchung der Sylvia (87) beschäftigte, einen neuen Planetoiden, (107), von etwas über 12. Größe, dem er den Namen Camilla beilegte.

## Die Kometen des Jahres 1868.

Das Jahr 1868 hat uns drei Kometen gebracht, von denen aber nur einer, der Komet II, neu und, wenn auch nur schwach, dem blosen Auge sichtbar war.

Der Komet I. wurde von Tempel in Marseille am 22. März zuerst gesehen, eine genaue Ortsbestimmung gelang

aber erst am 15. April. Dieser Komet gehört zu der Classe der periodischen Kometen mit kurzer Umlaufszeit und ist schon 1846 und 1857 in der Sonnennähe beobachtet worden. Man nennt ihn gewöhnlich den Brorsen'schen Kometen, weil er am 26. Februar 1846 von Brorsen in Kiel entdeckt wurde. Damals erkannten zwar Brünnow und D'Arrest die elliptische Form seiner Bahn, aber die kurze Dauer der Sichtbarkeit hinderte eine genaue Berechnung und so geschah es, daß der Komet bei seiner nächsten Wiederkehr zum Perihel, im Jahre 1851, gar nicht gesehen wurde. Erst 1857 wurde er aufs Neue in Berlin durch Bruhns entdeckt. Aus den damaligen Beobachtungen hat dann D'Arrest folgende Bahnelemente abgeleitet:

T = 1857 März 29, 5 Uhr 35 M. 59 S. mittl. Paris. Zeit
$\pi$ = 115° 43′ 32″
☊ = 101 46 29
i = 29 28 59
q = 0,620580
e = 0,802313
a = 3,139

Umlaufszeit 2032 Tage ($5^1/_2$ Jahre), Bewegung direct.

Hier bedeutet T die Zeit des Durchganges durch das Perihel, $\pi$ die Länge des letzteren, ☊ die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, q die Entfernung des Perihels von der Sonne und a die große Halbachse der Bahn, beide ausgedrückt in Erdbahnhalbmessern, endlich e die Excentricität der Bahn.

D'Arrest hat damals auch dargethan, warum der Komet trotz der großen Nähe, in welcher er den obigen Bahnelementen zufolge in seinem Perihel sich befindet, früher nicht wahrgenommen worden ist. Derselbe beschrieb nämlich bis zum Jahre 1842 eine ganz andere Bahn, für welche D'Arrest folgendes Elementensystem berechnete:

Epoche 1842, April 19, 12 Uhr Berliner Zeit.
$\pi$ = 133° 26′ 43″
☊ = 107 44 2
i = 40 50 59
e = 0,592751
q = 1,501304

Während jetzt der Komet in seiner Sonnennähe innerhalb der Erdbahn steht, befand sich damals das Perihel in der Nähe der Marsbahn. Im Mai des Jahres 1842 kam aber der Komet dem Jupiter sehr nahe, und durch die Anziehung dieses großen Planeten wurde ihm seine gegenwärtige Bahn gegeben. Es hat also dieser Planet eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Lexell'schen, dessen Bahn durch die Einwirkung des Jupiters dermaßen verändert worden ist, daß man ihn seit seiner ersten Beobachtung im Jahre 1770 nicht wieder gesehen hat. Nach D'Arrest's Berechnung wird der Brorsen'sche Komet bis fast zur Mitte des nächsten Jahrhunderts seine gegenwärtige Bahn behalten und daher im Perihel den Erdbewohnern sichtbar bleiben; dann wird er wieder eine neue Bahn annehmen.

Uebrigens ist derselbe bei seinem vorigen Durchgange durch das Perihel, im Jahre 1862, nicht gesehen worden.

Von großem Interesse sind die vom Pater Secchi in Rom ausgeführten Beobachtungen des Spektrums des Brorsen'schen Kometen. Da letzterer sehr lichtschwach war und kaum den Glanz eines Sternes 7. Größe hatte, so würde man mit einem gewöhnlichen Spektroskop, bei welchem das Licht durch eine enge Spalte fällt, schwerlich ein Spektrum erhalten haben. Secchi bedient sich deshalb bei derartigen lichtschwachen Objecten eines Instrumentes, bei welchem die Spalte durch eine Cylinderlinse ersetzt ist, welche alles einfallende Licht in eine Lichtlinie concentrirt.

Das Spektrum bestand zunächst aus einem schwachen Lichtschimmer, der das ganze Gesichtsfeld erfüllte. Von demselben hoben sich drei helle Zonen ab. Die hellste dieser drei Zonen lag zwischen den beiden anderen, im Grün, und, wie sich aus der Vergleichung mit dem Spektrum der Venus ergab zwischen den beiden Fraunhofer'schen Linien b (Magnesium) und F (Wasserstoff), aber der ersteren bedeutend näher. Die Breite der Zone war nicht beträchtlich und überschritt nicht den fünften Theil des Abstandes der beiden Linien b und F; bei besonders günstiger Luftbeschaffenheit reducirte sich übrigens die Zone auf eine einfache helle Linie von der scheinbaren Breite des Kometenkernes. Eine andere, aber viel weniger helle Zone befand sich im Gelbgrün, ungefähr in der Mitte zwischen der Magnesiumlinie b und der Natriumlinie D. Einen mittleren

Grad von Helligkeit zwischen diesen beiden Zonen zeigte die dritte, im Blau zwischen den Linien F und G befindliche und von F ungefähr um den dritten Theil des Abstandes FG entfernte. Bisweilen gelang es auch noch im Roth eine lichte Zone wahrzunehmen, welche indessen schwer zu fixiren war.

Diese Beobachtungen haben den Pater Secchi zu dem Schlusse geführt, daß das Licht des Kometen nicht ausschließlich von der Sonne stammt. Wahrscheinlich rührt nur das diffuse Licht, welches den Hintergrund des Gesichtsfeldes bildet, von dieser Quelle her. Das übrige, die hellen Zonen liefernde Licht scheint dem Kometen eigenthümlich zu sein. Seiner Farbe nach hat dieses Licht große Aehnlichkeit mit dem Lichte der Nebelflecke,[1] aber die Stellung der Streifen ist eine merklich andere. Da die Abweichungen in der Lage der Streifen, wenn man die Spektra der Nebel mit dem des Brorsen'schen Kometen vergleicht, nicht nach einerlei, sondern nach verschiedener Richtung hin liegen, so müssen sie in specifischen Verschiedenheiten des Lichtes selbst ihren Grund haben und können nicht etwa eine Folge der Bewegung der Lichtquellen sein, eine Möglichkeit, die sonst im Allgemeinen vorliegt, weil durch Bewegung der Lichtquelle die Brechbarkeit und also die Farbe des Lichtes geändert wird, gerade so, wie durch die Bewegung eines tönenden Körpers die Tonhöhe eine andere wird.

Aehnliche Wahrnehmungen hat Secchi auch, wie gleich zu erwähnen ist, an dem zweiten Kometen des Jahres 1868 gemacht, und da diese Beobachtungen mit denen anderer Astronomen im Einklange stehen, so glaubt Secchi auf einen außerhalb des Sonnensystemes liegenden Ursprung der Kometen schließen zu müssen.

Der Komet II. wurde am 13. Juni von Winnecke in Carlsruhe in der Nähe des Sternes $\alpha$ Perseus (Algenib) entdeckt. Anfangs erschien er wie ein runder, verwaschener Nebel von 1 ½ Minute Durchmesser; bald aber nahm seine Helligkeit zu, so daß man ihn vom 18. bis zum 24. Juni mit bloßem Auge in der Helligkeit eines Sternes 5. Größe sehen

[1] Ueber die Spektra der Nebelflecke ist S. 29 u. f. des 2. Jahrg. dieses Jahrbuchs zu vergl.

konnte. Im Kometensucher zeigte er einen Schweif von mehr als 2° Länge.

Fig. 1. giebt ein Bild des Kometen, wie er am 19. Juni

Fig. 1.



Abends 11 Uhr 57 Min. von Vogel in Leipzig bei 18facher Vergrößerung in einem Kometensucher von 34 Par. Linien Oeffnung beobachtet wurde.

Winnecke hat für diesen Kometen eine parabolische Bahn mit folgenden Elementen berechnet:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T | = | 1868, Juni 25, 9316 Berliner Zeit | | | |
| $\pi$ | = | 287° | 8′ | 17″,8 | |
| ☊ | = | 53 | 18 | 48,6 | |
| i | = | 48 | 9 | 12,4 | |
| q | = | 0,58223 | | | |

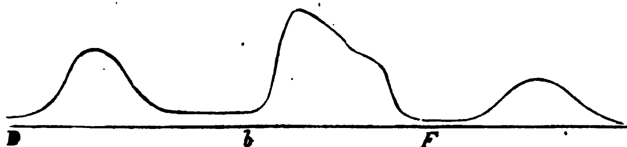
Bewegung retrograd.

Mit diesen Elementen stimmen ziemlich genau die von Tietjen aus Berliner Beobachtungen abgeleiteten überein.

Was nun das von Secchi beobachtete Spektrum dieses Kometen anlangt, so hat dasselbe außer dem diffusen Lichte, welches den Untergrund bildete, ebenfalls drei helle Streifen gezeigt: Den lebhaftesten, mittleren, im Grün, einen zweiten, ebenfalls ziemlich hellen im Gelb und den schwächsten im Blau. Die ungefähre Intensität dieser Streifen wir durch die verschiedenen

Erhebungen der Curve in Fig. 2 versinnlicht; die unten stehenden Buchstaben geben die Lage der Fraunhofer'schen Linien an. Wiewol dieses Spektrum dem des Brorsen'schen Kometen sehr ähnlich war, wich es doch in der Lage der hellen Zonen von demselben ab. So begann z. B. beim Winnecke'schen Kometen

Fig. 2.




die grüne Linie ziemlich genau bei der Fraunhofer'schen Linie b, während sie beim Brorsen'schen entfernter lag.

Indem Secchi das Spektrum des Winnecke'schen Kometen mit den Spektren verschiedener Körper verglich, welche Angstroem abgebildet hat, fand er eine große Uebereinstimmung mit dem des Kohlenwasserstoffes CH, und dieser Umstand führte ihn auf die Vermuthung, es könne wohl dieses Gas den Glanz der Kometen verursachen. Secchi verhehlt sich nicht die Bedenklichkeiten einer solchen Annahme, macht aber andererseits wieder darauf aufmerksam, daß dieselbe bei der engen Beziehung, welche zwischen Kometen und Sternschnuppen besteht, die Schwierigkeiten der Erklärung des Leuchtens der letzteren bedeutend erleichtert.

Es mag noch erwähnt werden, daß auch C. Wolf in Paris das Spektrum des Winnecke'schen Kometen beobachtet hat und zu ähnlichen Resultaten gelangt ist, wie Secchi.

Der Komet III. des verflossenen Jahres ist der Encke'sche Komet, welcher zuerst im Jahre 1726 von Méchain entdeckt und seitdem wiederholt beobachtet wurde, ohne daß man die Identität dieser verschiedenen Kometenerscheinungen erkannte. Erst bei der von Pons entdeckten Wiedererscheinung im Jahre 1819 erkannte Encke die Periodicität dieses Kometen, welcher unter allen bekannten periodischen Kometen die kleinste Umlaufszeit, nämlich 3 1/3 Jahr, besitzt. Ueber die vorletzte Erscheinung dieses Kometen, im Jahre 1865, hat der 2. Jahrg. dieses Jahrb. (S. 10) berichtet. Im vorigen Jahre wurde derselbe

zuerst am 20. Juli durch D'Arrest in Kopenhagen aufgefunden. Doch waren genaue Beobachtungen erst am 26. Juli möglich. Am letzgenannten Tage entdeckte ihn auch Borelly in Longchamp. Die vorjährige Erscheinung dieses teleskopischen Kometen hatte deshalb ein besonderes Interesse, weil er diesmal und fast genau unter denselben Bedingungen der Sichtbarkeit denselben scheinbaren Weg wie vor 13 Umläufen im Jahre 1825 beschrieb.

## Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteinfälle.

Seit dem Jahre 1866, in welchem der Novemberschwarm der Sternschnuppen in außerordentlicher Pracht auftrat (siehe den 3. Jahrg. des Jahrb. S. 4 u. f.), ist die Beobachtung der Meteoritenschwärme mit erneutem Eifer, namentlich auch außerhalb Deutschland, fortgesetzt worden.

Was zunächst die größeren Sternschnuppenschwärme anbelangt, so ist das Novemberphänomen auch in den Jahren 1867 und 1868 in ungewöhnlicher Entfaltung beobachtet worden.

Im Jahre 1867 kam dieser Schwarm namentlich in Nordamerika in der glänzendsten Weise zur Erscheinung, trotzdem daß der helle Mondschein die Beobachtungen störte.

Admiral Davis beschreibt den am 14. November auf dem Marineobservatorium zu Washington beobachteten Sternschnuppenfall als einen der brillantesten in diesem Jahrhunderte. Bis 4 Uhr 14 Min. Morgens wurden die Bahnen von 125 Meteoren in Karten eingetragen, dann aber wurden die Erscheinungen so häufig, daß man auf das Einzeichnen verzichten und sich auf das blose Zählen beschränken mußte. In der Zeit von 21 Minuten wurden jetzt 1000 Meteore gezählt, wobei vielleicht die Hälfte übersehen worden ist, da immer noch Versuche mit dem Einzeichnen der Bahnen gemacht wurden. Die Zeit der größten Dichte des Meteorschauers dürfte 4 Uhr 25 Min. gewesen sein. Später nahm die Häufigkeit ab und man brauchte, um 100 Erscheinungen zu zählen, 240, 330, 335, 344, 423, 577, 631, 1080 und 1200 Sekunden. Mehrere dieser Sternschnuppen waren ausgezeichnet durch ihren Glanz und hinterließen einen Schweif, der meist nach wenigen Sekunden verschwand, in einem Falle, oder vielleicht in zwei Fällen

aber einige Minuten sichtbar blieb. Die hellsten und auch die meisten Sternschnuppen kamen aus einem Punkte im Sternbilde des Löwen — Rectascension 10 St. 1 M., Declination 22° 30′ — einige auch aus dem kleinen Hunde und dem Haupthaar der Berenice.

Auch andern Orten Nordamerikas erschien das Phänomen in ähnlicher Pracht. In New-York zählte man früh nach 4 Uhr in der Zeit von 20 Minuten 313 Meteore, doch wird dabei bemerkt, daß die Zählung für einem Beobachter fast unmöglich war, da oft 8 bis 12 zu gleicher Zeit erschienen und daß daher die wirkliche Zahl der in jener Zeit sichtbaren Sternschnuppen auf mehr als das Fünffache der obigen Zahl anzuschlagen sei. In Richmond zählten zwei Beobachter, die nur die eine Hälfte des Himmels überblickten, in 10 Minuten 193 Meteore und in Albany wurden von 3 Uhr 50 Min. an über 1300, darunter 50 heller als Sterne zweiter Größe verzeichnet.

In Europa hinderte nicht blos das helle Mondlicht, sondern an den meisten Orten auch bedeckter Himmel oder Nebel die Beobachtungen. Dazu kommt, daß den amerikanischen Beobachtungen zufolge die größte Häufigkeit der Sternschnuppen erst nach 4 Uhr, also zu einer Zeit stattfand, in welcher in Mitteleuropa die Sonne schon ziemlich hoch am Himmel stand. Es haben in der That einzelne Beobachter in den späteren Morgenstunden sehr zahlreiche Sternschnuppen gesehen. So berichtet z. B. Behrmann, der Director der Navigationsschule zu Vegesack, daß er selbst zwar bedeckten Himmels halber keine Beobachtungen habe machen können, daß aber einer seiner Freunde am 14. November früh gegen 8 Uhr den Himmel ganz mit Sternschnuppen bedeckt gesehen habe, die wegen der eingetretenen Helligkeit und bei dem herrschenden Nebel das Ansehen kleiner Mückenschwärme gehabt. Derselbe Beobachter sah sogar einige Sternschnuppen noch vor der tief stehenden Sonne vorbeiziehen. Am brillantesten soll die Erscheinung früh gegen 8½ Uhr gewesen sein.

Wenn im Allgemeinen in Europa die Erwartungen rücksichtlich des Novemberphänomens im Jahre 1867 nicht befriedigt wurden, so war der Glanz dieser Erscheinung im Jahre 1868 geeignet, einigen Ersatz zu bieten.

Karlinski in Krakau zählte in der Zeit von 1 bis 3

Uhr am Morgen des 14. Novembers 153 Sternschnuppen, meist 1—2. Größe, von gelbem, manche auch von rothem Lichte, mit Schweifen, die in etwa 12 Fällen noch minutenlang dem blosen Auge sichtbar blieben. Die angegebene Zahl umfaßt übrigens durchaus nicht alle in der angegebenen Zeit sichtbaren Meteore, da die Zählung mehrfach durch Beobachtungen der Schweifspuren mit dem Fernrohre und andere Arbeiten unterbrochen wurde. Auch in Böhmen, Mähren, Kärnthen, Dalmatien und Ungarn wurden sehr zahlreiche Sternschnuppen beobachtet. Nicht minder war dieses in Norddeutschland der Fall. In Stettin z. B. vermochte G. von Boguslawski trotz des dichten Wolkenschleiers, der am Morgen des 14. Novembers den Himmel überzog, doch gegen 5 Uhr blitzartige Erleuchtungen der Wolkendecke wahrzunehmen, die sich in kurzen Pausen wiederholten; diese Pausen wurden immer kürzer und oft sah der Beobachter gleichzeitig an verschiedenen Punkten des Firmamentes die Lichterscheinungen, welche von den über den Wolken hinziehenden Sternschnuppen herrührten. Von 5 bis 6 Uhr wurden weit über 50 solcher Lichtblitze beobachtet, von denen einige über eine Sekunde anhielten. Fünf dieser Meteore durchbrachen den Wolkenschleier und drei derselben erleuchteten auf magische Weise die noch dunkle Erde; ihr scheinbarer Durchmesser war doppelt so groß wie der des Jupiter und der Venus. Die Richtungen dieser unter den Wolken gesehenen Feuerkugeln wiesen sämmtlich auf den Hauptausstrahlungspunkt der Novembersternschnuppen, auf $\gamma$ im Löwen.

Besonders prachtvoll erschien das Novemberphänomen in Rom. Pater Secchi beobachtete hier in der Zeit von 2 U. 30 M. bis 5 U. 30 M. 2204 Sternschnuppen, die alle aus dem Sternbilde des Löwen kamen. Der Glanz und die Größe dieser Sternschnuppen war ziemlich bedeutend und viele zeichneten sich durch schöne grüne, andere durch rothe Farbe aus. Ein gutes Drittel derselben hatte die scheinbare Größe der Venus. Der größte Theil bewegte sich sehr schnell und hinterließ einen leuchtenden Streifen von kurzer Dauer. Bei einigen war aber diese leuchtende Spur sehr lebhaft und erhielt sich viele Minuten lang. Diese anfangs geraden Streifen veränderten nach und nach ihre Form und nahmen allerlei bizarre Gestalten an, ähnlich der Ziffer 7 und schlangenförmig u. a.; schließlich be-

wegten sie sich nordwärts, dem unten wehenden Winde entgegen. Eine prachtvolle Sternschnuppe, welche um 4 U. 51 M. in der Nähe des Regulus aufleuchtete und eine schmale und kurze Wolke in Form eines Bogens von höchstens einem Grad zurückließ, verdient besondere Erwähnung. Das Licht dieser Wolke war so lebhaft, daß Secchi dasselbe bequem mittels des Spektrometers untersuchen konnte, er erhielt ein discontinuirliches Spektrum mit sehr lebhaften Linien im rothen, grünen und gelben Theile. Auch viele andere Sternschnuppenschweife wurden noch mittels des Spektrometers untersucht und dabei die Linien von Magnesium und Natrium gefunden. Besonders deutlich traten diese Linien hervor bei zwei Sternschnuppen, welche das Gesichtsfeld des Spektrometers durchzogen.

Auch aus anderen Orten Italiens, ferner aus dem südlichen Frankreich und aus Spanien wird über ein ähnliches glänzendes Auftreten des Novemberphänomens berichtet. Auf der Sternwarte von Madrid beobachtete Aguilar in der Nacht vom 13. zum 14. November vor Mitternacht nur wenige Sternschnuppen, bis 2 Uhr schon 200 und von 2 bis 3 Uhr 350. Von 3 bis 4 Uhr blieb die Zahl ziemlich gleich, dann aber trat eine merkliche Vermehrung ein. In der Zeit zwischen 5 Uhr und 5 Uhr 30 Min. kamen 20 Meteore auf die Minute. Wenigstens der zehnte Theil aller beobachteten Sternschnuppen war von erster Größe.

Der Augustschwarm, die sogenannte Laurentiusgruppe der Sternschnuppen, ist in den Nächten vom 8. bis 11. August 1867 auf den Sternwarten zu Leipzig und Berlin und an noch einigen anderen Orten Norddeutschlands nach einem gemeinschaftlichen Plane beobachtet worden, um zu Höhenbestimmungen zu gelangen. Aus den 4—500 Beobachtungen haben sich auch 50 gute Höhen- und Ortsbestimmungen ergeben. Hiernach beträgt die mittlere Höhe des Aufleuchtens 15,7 geographische Meilen — keine Höhe war über 22, keine unter 7 Meilen — und der Mittelwerth der Höhe des Verschwindens ist 12,3 Meilen, die Länge der Flugbahn im Mittel 5 Meilen und die mittlere Geschwindigkeit in der Sekunde über 6 Meilen.

Heis hat für denselben Schwarm aus 1078 in Karten eingezeichneten Bahnen für 12 Sternschnuppen Anfangs- und Endhöhe ermittelt; die Anfangshöhe schwankt zwischen 20½

und 4 Meilen und beträgt im Mittel 13½ Meilen; die Endhöhe variirt von 11½ bis 3 Meilen, der Mittelwerth ist 7½ Meilen.

Von großem Interesse, namentlich rücksichtlich der periodischen Sternschnuppen, ist die Ermittelung der Radiationspunkte, d. h. derjenigen Punkte des Himmels, von denen die Meteore herkommen. Unter den Beobachtern, welche sich mit der Bestimmung dieser Punkte beschäftigt haben, ist in erster Reihe Heis in Münster zu nennen, welcher in den Jahren 1839 bis 1849 zunächst die beiden Hauptschwärme des August und November, seitdem auch die anderen, über das ganze Jahr vertheilten Sternschnuppen zu dem angegebenen Zwecke untersucht hat. Eines der bemerkenswerthesten, von Heis schon vor langer Zeit ausgesprochenen und von Jul. Schmidt, Alex. Herschel, Greg u. A. bestätigten Resultate, besteht in dem Nachweise mehrerer Radiationspunkte bei jeder Sternschnuppenerscheinung. So treten z. B. beim Novemberphänomen nicht weniger als fünf verschiedene Radiationspunkte auf. Aus seinen langjährigen Beobachtungen hat Heis im Ganzen 84 verschiedene Radiationspunkte auf der nördlichen Hemisphäre abgeleitet. Bei der Bestimmung dieser Punkte ist er so verfahren, daß er immer die Beobachtungen eines halbjährigen Zeitraumes zusammengenommen und aus diesen die Rectascension und Declination der Radiationspunkte ermittelt hat. Für die an Sternschnuppen armen Monate Mai und Juni hat er indessen Monatsmittel angegeben. Heis hat auch aus den fünf Jahre lang von Neumayer auf dem Flagstaff-Observatorium in Melbourne angestellten Beobachtungen 29 Radiationspunkte auf der südlichen Himmelskugel ermittelt.

In etwas anderer Weise als Heis hat R. P. Greg 56 Radiationspunke auf der nördlichen Himmelshalbkugel bestimmt. Derselbe faßt nämlich alle Meteore, welche nahe an ein und demselben Punkte vorbeiziehen, zu einem Radiationspunkte zusammen. Wenn man annehmen könnte, daß ein und derselbe Sternschnuppenschwarm uns längere Zeit seine Bestandtheile zusendete, so wäre das Verfahren von Greg jedenfalls das naturgemäßere, da durch das Heis'sche Verfahren ohne Zweifel einzelne Meteorschwärme zerrissen werden. Da aber die Lage des Radiationspunktes eines Schwarmes nicht blos von der Rich-

tung der einzelnen Körperchen desselben, sondern auch von der Bewegung der Erde abhängt, so muß er sich mit letzterer ändern und die Ermittelung eines Radiationspunktes aus Wochen und Monate lang fortgesetzten Beobachtungen kann daher nur ein angenähert richtiges Resultat liefern. Zu einer ersten Orientirung sind indessen solche Verzeichnisse, wie die von Heis und Greg gegebenen, von großem Werthe; handelt es sich aber um eine genaue Bestimmung der Radiationspunkte, so wird man nur die Beobachtungen einer einzigen Nacht, oder einiger wenigen, auf einander folgenden Nächte combiniren dürfen.

Die Unterscheidung der zu einem und demselben Schwarme gehörenden, also auch von demselben Radiationspunkte ausgehenden Meteore, von denen eines andern Schwarmes wird übrigens erleichtert durch das meist merklich verschiedene Aussehen dieser Meteore, ein Umstand, der die Trennung der verschiedenen an einem und demselben Abende auftretenden Radiationspunkte wesentlich erleichtert. So hat z. B. Schiaparelli von den aus dem Perseus kommenden Meteoren der Augustperiode 1863 und 1866 die Charakteristik gegeben, daß „die Farbe derselben schön gelb war und daß sie alle einen zwar flüchtigen, aber doch deutlich wahrnehmbaren Schweif hinter sich ließen“ und Weiß hat diese Beschreibung auch für die aus demselben Radiationspunkte kommenden Meteore des August 1867 ganz passend gefunden. Derselbe hat weiter noch bemerkt, daß diese Meteore an Helligkeit vom Anfange an zunahmen und im größten Glanze verschwanden. Dagegen fand Weiß, daß die aus der Nähe des Nordpols (aus dem von Heis mit $N_{13}$ bezeichneten Punkte, Rectasc. 345°, Decl. + 85°) kommenden Meteore derselben Periode eine weißliche Farbe und ein viel weniger intensives Licht hatten, auch während ihres Laufes keine Helligkeitsveränderungen zeigten und sich mit so großer scheinbarer Geschwindigkeit bewegten, daß sie meist nur den Eindruck phosphorischer Linien machten. Die genaue Bestimmung der Charaktere jedes Meteorschauers erscheint daher als eine Hauptaufgabe der nächsten Zukunft.

Die geniale, schon 1819 von Chladni ohne nähere Begründung ausgesprochene, aber erst gegen Ende des Jahres 1866 durch Schiaparelli in Mailand weiter ausgebildete Idee eines engen Zusammenhanges zwischen Sternschnuppen und Kometen

(s. den 3. Jahrg. dieses Jahrbuchs S. 15 u. f.) hat seitdem die Astronomen vielfach beschäftigt. Insbesondere müssen wir der Untersuchungen gedenken, welche E. Weiß über diese Frage angestellt und deren Ergebnisse er am 16. Jan. 1868 der Wiener Akademie mitgetheilt hat.

Schiaparelli leitet die Sternschnuppen aus kosmischen Wolken von so lockerem Gefüge ab, daß dieselben, in die Attractionssphäre der Sonne gelangt, durch die Anziehung der letzteren zu parabolischen Strömen von geringem Querschnitt, aber sehr großer Länge ausgedehnt werden, wobei dichtere Gruppen einer solchen Wolke, die natürlich als bloße Bestandtheile des Stromes in der parabolischen Bahn desselben einherlaufen müssen, uns in der Sonnennähe als Kometen erscheinen können. Diese Ansicht ist bekanntlich bestätigt worden durch die Entdeckung, daß die Bahnen der Kometen III. 1862 und I. 1866 mit den Bahnen zusammfallen, welche die aus dem Perseus ausstrahlenden Meteore des Laurentiusstromes und die aus dem Löwen kommenden Sternschnuppen der Novemberperiode um die Sonne beschreiben. Der Ansicht nun, daß jene kosmischen Wolken in unserem Sonnensysteme erst in Meteorringe mit einzelnen dichteren Stellen aufgelöst werden, stellt sich der Umstand entgegen, daß alle Meteorschwärme mit nur ganz einzelnen Ausnahmen sehr dünn bevölkert sind, und daß auch die Masse der einzelnen Meteorkörperchen durchschnittlich sehr klein ist. Die kosmischen Wolken, aus denen diese parabolischen Schwärme entstanden sein sollen, müßten daher eine so geringe Dichtigkeit gehabt haben, daß selbst in den Tiefen des Weltraumes die zerstreuenden Wirkungen der Fixsterne stärker gewesen sein müßten, als die inneren Anziehungen zwischen den einzelnen Körpern eines Systemes. Da unter solchen Umständen die kosmische Wolke keine Stabilität besitzt, so kann sie auch im Fixsternraume nicht vorkommen; wir dürfen daher die Kometen nicht als integrirende Bestandtheile einer Meteorwolke ansehen, sondern müssen sie vielmehr als die Urkörper betrachten, aus deren Zerfall, jedoch innerhalb der Räume unseres Sonnensystemes, nach und nach die Meteorströme sich bilden.

Mit dieser Ansicht stehen übrigens die bereits angeführten Beispiele der Zusammengehörigkeit von Sternschnuppenströmen mit Kometen in keinem Widerspruche. Auch der kosmische, nicht

unserem Sonnensysteme angehörende Ursprung der Sternschnuppen bleibt durch die Weiß'sche Modification der Schiaparelli'schen Theorie ungeändert, sofern man der jetzt sehr verbreiteten Ansicht folgt, daß die Kometen keine Ureinwohner unseres Sonnensystemes sind, sondern dasselbe nur einmal besuchen und dann wieder in den weiten Weltraum zurückkehren, wenn nicht die Anziehung eines der Planeten sie durch Umwandlung ihrer Bahn in eine Ellipse wenigstens zeitweilig in unserem System zurückhält.

Um nun diejenigen Kometen zu ermitteln, mit denen die verschiedenen Sternschnuppenschwärme im Zusammenhange stehen, hat Weiß die Bahnen von 28 Kometen, welche der Erdbahn sehr nahe kommen, einer genaueren Untersuchung unterzogen, und insbesondere die diesen Bahnen entsprechenden Radiationspunkte berechnet. Dabei hat sich nun ergeben, daß zwei von den berechneten Radiationspunkten mit derartigen beobachteten Punkten so nahe übereinstimmen, daß der Zusammenhang zwischen Komet und Sternschnuppenschwarm in beiden Fällen zweifellos feststeht.

Der erste dieser Kometen ist der Komet I. 1861, am 4. April von Thatcher in Newyork entdeckt, welcher in seinem niedersteigenden Knoten sich der Erdbahn bis auf $1/500$ des Halbmessers derselben nähert. Die Erde geht durch diesen Punkt ihrer Bahn am 20. April und wenn man annimmt, daß die Kometenbahn von einem Meteorstrome durchzogen wird, so würde sich als Radiationspunkt der Meteore Rectasc. $270^{0},4$, Decl. $+ 33^{0},5$ ergeben. Nun hat man schon im Anfange unseres Jahrhunderts um den 20. April reiche Sternschnuppenschwärme beobachtet; daß sie periodisch wiederkehren, scheint zuerst Herrick bemerkt zu haben, der auch angegeben hat, daß der Radiationspunkt in der Nähe der Wega liegt. Neuerdings hat Newton durch Vergleichung älterer Sternschnuppenfälle nachgewiesen, daß man diesen Schauer bis ins Jahr 687 vor unserer Zeitrechnung verfolgen kann. Aus den verschiedenen Bestimmungen des Radiationspunktes dieser Sternschnuppen ergiebt sich als Mittel: Rectasc. $278^{0},7$, Decl. $+ 35^{0},0$, was eine Abweichung von $7^{0}$ im größten Kreise von dem vorerwähnten Punkte giebt. Diese Abweichung ist nicht groß genug, um einen Grund gegen die Zusammengehörigkeit der Stern-

schnuppen vom 20. April mit dem Komet I. 1861 zu bilden. Ebensowenig ist man indessen berechtigt, dieselbe auf Rechnung ungenauer Bestimmung des Radiationspunktes jener Sternschnuppen zu setzen, denn die Angaben der verschiedenen Beobachter stimmen ziemlich überein. Den wahren Grund dieser Abweichung sicher anzugeben, ist allerdings noch nicht thunlich, es liegen aber verschiedene Möglichkeiten vor. Es kann in der Nähe der Durchschnittsstelle von Erd- und Kometenbahn ein größerer Komet in mehrere kleinere zerfallen sein, die nun ähnliche Bahnen durchlaufen, von denen wir aber zur Zeit blos den einen kennen. Daß ein solches Zerfallen möglich, davon hat der Biela'sche Komet ein Beispiel gegegen. Vielleicht spricht bei dem Kometen I. 1861 dafür die merkwürdige Bildung seines Kopfes, die schon vor Jahren den Berechner seiner Bahn, Th. Oppolzer, zu dem Ausspruche veranlaßte: „Die Verbindung zwischen Schweif und Coma war so schmal und schwach leuchtend, daß es das Aussehen gewann, als wenn sich der Schweif vom Kopfe trennen wollte." Ferner weisen auch die von Newton zusammengestellten reichen Sternschnuppenfälle um die Zeit des 20. April auf mehrere kometenartige Verdichtungen des Meteorringes, da man sie nicht alle als Wiederkünfte eines und desselben Schwarmes ansehen kann, wenn man diesem nicht eine unwahrscheinlich kurze Umlaufszeit geben will. Endlich haben auch noch Greg und Alex. Herschel einen Meteorschauer am 12. und 13. April nachgewiesen, dessen Radiationspunkt im Mittel Rectasc. 273°, Decl. + 25°,5 ist. Es existiren also in der That an jener Stelle mehrere Meteorringe und wie ähnlich deren Bahnen unter sich und mit dem Kometen I. 1861 sind, das zeigen die folgende Elemente;

| | Meteorstrom | | Komet I. 1861 nach |
|---|---|---|---|
| | April 13. | April 20. | Oppolzer. |
| ☊ | 23° | 30° | 29°,8 |
| π | 235 | 229 | 243,2 |
| i | 95 | 83 | 79,8 |
| q | 0,9346 | 0,9788 | 0,92072 |
| e | 1 | 1 | 0,98346 |

Uebrigens hat schon vor einiger Zeit Galle in Breslau auf den muthmaßlichen Zusammenhang des Kometen I. 1861

mit dem Meteorschwarme des 20. April aufmerksam gemacht.

Der zweite Komet, dessen Zusammenhang mit einem Sternschnuppenschwarme Weiß nachgewiesen hat, ist der Biela'sche. Die Bahn desselben nähert sich in ihrem absteigenden Knoten der Erdbahn bis auf 1/100 des Halbmessers der letzteren und die Erde passirt den der Kometenbahn nächsten Punkt ihrer Bahn am 28. November. Nun haben schon vor etwa 30 Jahren Quetelet und Herrick auf die Nächte vom 6. bis 8. December, als auf eine Periode häufiger Sternschnuppenfälle aufmerksam gemacht. Besonders glänzende Erscheinungen dieser Meteore fanden 1798 und 1838 statt. Heis giebt für den Radiationspunkt dieser Sternschnuppen Rectasc. 21°, Decl. + 54° an, und dieser Punkt stimmt genügend überein mit dem aus der Erscheinung des Biela'schen Kometen von 1852 abgeleiteten Radiationspunkte: Rectasc. 23°,4, Decl. + 43°. Uebrigens verändert die Bahn des Biela'schen Kometen sehr rasch ihre Lage und die Knoten zeigen eine starke rückgängige Bewegung; in Folge davon ändert sich auch der Radiationspunkt der dem Kometen angehörigen Sternschnuppen und zwar war derselbe

| | | Jahrestag | Rectasc. | Decl. |
|---|---|---|---|---|
| im Jahre | 1772 | 10. Decbr. | 18°,7 | + 58°,1 |
| " | 1826 | 4. " | 22,8 | + 47,7 |
| " | 1852 | 28. Novbr. | 23,4 | + 43,0 |

Man hat daher in den Sternschnuppen, welche dem Biela'schen Kometen ihren Ursprung verdanken, einen seine scheinbare Lage am Himmel und die Epoche seiner Wiederkehr rasch ändernden Meteorring vor sich.

Noch muß erwähnt werden, daß ungefähr gleichzeitig mit Weiß auch D'Arrest auf die Möglichkeit des Zusammenhanges einiger merkwürdiger Meteorfälle im Anfange des December mit dem Biela'schen Kometen aufmerksam gemacht, und insbesondere den Umstand hervorgehoben hat, daß die beiden großen Sternschnuppenfälle von 1798 und 1838 gerade um 6 Umlaufszeiten des Biela'schen Kometen aus einander liegen. Unter diesen Umständen gewinnt eine andere Thatsache viel Interesse. Es sind nämlich die Elemente des von Pons am 23.

Februar 1818 entdeckten Kometen, welche Pogson, allerdings aus etwas unsicheren Beobachtungen, abgeleitet hat, denen des Biela'schen Kometen ziemlich ähnlich; indessen kann dieser Komet, der Epoche seines Periheldurchganges halber, keine Erscheinung des Biela'schen Kometen sein. Giebt man ihm aber die Umlaufszeit des letzteren, so fallen zwei, ebenfalls um sechs Umlaufszeiten von einander entfernte Durchgänge durch das Perihel auf die Jahre 1798 und 1838. Dies ist vielleicht kein bloßes Spiel des Zufalls, vielmehr liegt die Annahme nahe, daß außer dem Biela'schen noch ein anderer Komet, der sich früher einmal von ihm abgetrennt hat, in derselben Bahn einhergeht und daß sich an diesen ein verhältnißmäßig sehr dichter Theil des Meteorringes anschließt.

Von den zahlreichen, zum Theil sehr glänzenden und weithin sichtbaren Feuerkugeln, welche im vorigen Jahre beobachtet worden sind, können wir hier nur diejenigen aufführen, aus denen Meteormassen niedergefallen sind.

Zuerst ist hier die große Feuerkugel zu erwähnen, welche am Abend des 30. Januar 1868 in Ost- und Westpreußen, Polen und Schlesien, sowie auch in Böhmen und Mähren, ja bis nach Wernigerode am Harze sichtbar war. Der Assistent der Warschauer Sternwarte, E. Deike, beschreibt den Verlauf der Erscheinung folgendermaßen: „Den 30. Januar um 7 U. 0 M. Warschauer Zeit erschien am südwestlichen Himmel, wo eben der Mond stand, ein glänzendes Meteor, wie ein Stern erster Größe von röthlicher Farbe und nahm die Richtung von SW nach NO. Nachdem es einige Grade zurückgelegt hatte, fing es an, eine Spur wie der Schweif gewöhnlicher Sternschnuppen hinter sich zu lassen. Dann aber begann sowol der Kern als der Schweif so zu wachsen, daß im Meridiane schon die scheinbare Größe des Kernes ungefähr 20 Bogenminuten Durchmesser erreichte und der Schweif etwa 10 Grad lang und 2 bis 3 Grad breit wurde. Dabei verbreitete es ein so ungemein intensives Licht, daß daneben das Gaslicht in den Straßen ganz verschwand, und selbst größere Sterne am Himmel nicht zu erblicken waren. Die Farbe des den Kern umgebenden Lichtes, sowie des Schweifes war blaßblau, oder wie Andere behaupten grünlich. Uebrigens war der Hauptkern nicht direkt mit dem Schweife verbunden, sondern von ihm durch eine schmale Zone getrennt, welche in derselben

Farbe wie der Schweif glänzte. Aus der Mitte des Kernes selbst floß fortwährend ein röthliches Licht. Das Meteor senkte sich bis auf etwa 10° gegen den Horizont und zersprang dann in lauter Funken, welche erloschen, bevor sie die Erde erreichten. Die Zeitdauer des Verlaufes war 5 Sekunden. Nach 3½ Minuten erscholl ein andauernder Donner, ähnlich dem einer abgefeuerten Kanone, oder eines entfernten Gewitters." Aus den Beobachtungen des Premierlieutenants von Sichart in Breslau und des Danziger Astronomen Kayser hat Galle in Breslau die Bahn des Meteors berechnet und gefunden, daß das erste Aufleuchten über einem unweit der Thorn-Warschauer-Eisenbahn zwischen den Städten Leczyca und Lowicz gelegenen Punkte in 23 Meilen Höhe stattfand. Das Meteor bewegte sich dann, unter einem Winkel von 41° rasch niedersteigend, 27 Meilen (in horizontaler Richtung 20 Meilen) weit nach dem Endpunkte seiner Bahn hin, der 3 bis 4 Meilen südöstlich von Pultusk in 5 Meilen Höhe lag. Die Angaben über die Dauer der Erscheinung sind sehr verschieden; als Mittelwerth aus den zuverlässigeren findet Galle 6 Sekunden, was eine Geschwindigkeit von 4½ Meilen in der Sekunde geben würde.

Aus dem zerspringenden Meteore wurden eine Menge von Steinen umhergeschleudert, die, der schrägen Richtung des Falles entsprechend, einen länglich elliptischen Raum bedeckten, auf welchem die größten Stücke, vom Luftwiderstande am wenigsten gehemmt, am weitesten vorlagen. Ueber den Zerstreuungsbezirk der niedergefallenen Meteoriten schreibt Deike: „Der Raum, auf welchem die zerstreuten Stücke des Aerolithen liegen, ist über 7 Werst (eine Werst = 1,06678 Kilometer) lang und 2 Werst breit, und zieht sich vom Dorfe Obryte (39° 20′ östl. L. von Ferro, 52° 42′,2 n. Br.) über die Dörfer Ciolkow, Zambski, Gostków, Rozdzialy, Rowy, über die Wiesen von Sokolów bis nach dem Dorfe Sielc (39° 3′,5 L., 52° 47°,0 Br.). Da im letztgenannten Orte zwischen Zerspringen und Donner nur 10 Sekunden verflossen, so könnte man meinen, daß der Aerolith über der Linie zersprang, welche die Dörfer Rowy und Sielc verbindet. Bemerkenswerth ist, daß die Größe der aufgefundenen Stücke wächst mit der Richtung des Laufes des Meteores. So wiegen die in Obryte gefundenen Steine durch

schnittlich 1/4 Pfd., in Ciolkow 1/2 Pfd., in Gostków und den weiter liegenden Städten 1 bis 2 Pfd., endlich in Sielc durchschnittlich 3 bis 4 Pfund und sie liegen in Sielc schon an der Peripherie des mit Steinen bedeckten Raumes." Rücksichtlich der Beschaffenheit der Steine bemerkt derselbe Berichterstatter: „Die Gestalt der Stücke ist größtentheils unregelmäßig, ähnlich den mit Schießpulver gesprengten Steinen, nur sind die Ränder nicht scharf, sondern schwach abgerundet. Die kleinen in Obryte gesammelten Steine sind indessen rundlich. Die Oberfläche ist bedeckt mit einer dünnen, schwarzen oder röthlichen, matten Eisenoxyd-Schicht, hinter welcher Theile reinen Eisens durchblicken. In einem Steine fand man ein beläufig einen Cubikzoll großes Stück reinen Eisens."

Nach den in Warschau vorgenommenen Untersuchungen schwankt das spec. Gew. der Bruchstücke zwischen 3,722 und 3,691. Die Analyse eines Stückes durch Prof. Wawnikiewicz ergab

| | |
|---|---|
| Magnetische Bestandtheile (hauptsächlich Eisen mit Nickel) | 24,790 |
| Schwefeleisen | 5,296 |
| Chromeisen | 1,055 |
| in Salzsäure lösliches Silicat | 32,374 |
| „ „ unlösliches „ | 36,485 |
| | 100,000 |

Den Mittheilungen zufolge, welche Hofrath von Haidinger der Wiener Akademie machte, gehören diese Meteormassen einer größeren Gruppe an, welche schon Partsch 1843 als zusammengehörig bezeichnet hat. Es sind dies graue, mehr oder weniger dunkelfarbige Meteoriten, stellenweise braun, mit einzelnen kuglichen Theilen, welche durch beinahe schwärzliches Grau von der Gesammtmasse sich abheben, und viel fein vertheiltes Eisen, wenig Schwefeleisen, auch wohl Troilit eingesprengt enthalten. Es gehören zu dieser Gruppe die Meteoriten von Eichstädt (19. Febr. 1785), Barbotan (24. Juli 1790), Bielaja Zerkow (4. Januar 1797), Timochin (13. März 1807), Zebrak (14. October 1824), Groß-Divina (24. Juli 1837) und Bustee (Pokra, 1866). Die im Vergleich zu den meisten

Exemplaren der Gruppe etwas weniger dunkele Farbe nähert die Meteoriten von Pultusk der Probe von Groß-Divina.

Die Menge der bei Pultusk niedergefallenen Steine ist eine außerordentlich bedeutende, die meisten fand man erst nach dem Wegschmelzen des Schnees. Eine große Anzahl derselben besitzt die Warschauer Universität, in das naturhistorische Museum in Paris kamen nach Daubrée's Angaben 942 und der bekannte Mineralienhänder Dr. A. Krantz in Bonn besaß auf ein Mal 1612 Stück. Man kann daher die Gesammtzahl der aufgefundenen Steine jedenfalls auf mehr als 3000 veranschlagen. Durch die außerordentliche Anzahl der niedergefallenen Steine, so wie auch durch den ganzen Verlauf der Erscheinung erinnert der Steinregen von Pultusk lebhaft an den Meteoritenfall von Aigle am 26. April 1803.

Was die Gestalt und Größe des Meteores anlangt, so wird erstere von allen Beobachtern mit Bestimmtheit als kugelig angegeben. In Bezug auf die Größe begegnen wir einer Schätzung von Galle. Indem derselbe den scheinbaren Durchmesser gleich 1/4 von dem des Mondes setzt, findet er einen wahren Durchmesser von 2000 Fuß. „Unzweifelhaft," so fügt er hinzu, „kann diese große Maße keine solide Kugel sein, da deren Zertrümmerung eine ganze Quadratmeile mit einer hohen Schicht von Meteorsteinen bedecken würde. Auch einen hohlen, blasenförmigen Körper kann man nicht füglich annehmen, da auf diese Form bis jetzt noch niemals eines der Bruchstücke hingewiesen hat. Es bleibt also nichts Anderes übrig, als anzunehmen, daß das Meteor nach Art eines durch den Weltraum ziehenden kleinen Kometen aus einem Schwarme vereinzelter größerer und kleinerer Steine bestanden hat, deren gemeinsame Entzündung, aus der Ferne gesehen, den Eindruck einer zusammenhängenden Feuerkugel macht, und von denen einzelne, stärkeren Widerstand von der Luft erleidend, zurückbleiben und den Schweif bilden, bis endlich alle in so tiefe Schichten der (mindestens bis 30 Meilen Höhe sich erstreckenden) Atmosphäre hinabdringen, daß gemeinsame und partielle Explosionen und, in Verbindung mit dem Widerstande und der Elasticität der Luft, Zerstreuung und Verlöschen stattfinden."

Ueber einen Steinregen, der am 29. Februar Vormittags gegen 11 Uhr in Oberitalien zwischen Alessandria und

Casale, oder genauer zwischen Villanuova und La Motta dei Conti, sich ereignet hat, berichtet Herr Fr. Denza, der Director des Observatoriums von Moncalieri, nach eingezogenen Erkundigungen Folgendes: „Gegen 11 Uhr Vormittags hörte man an verschiedenen Orten des Bezirkes von Casale eine starke Detonation, auf welche einige Sekunden später eine zweite, nicht weniger heftige folgte. Nach diesen beiden Detonationen ließ sich ein lautes, etwa 2 Minuten anhaltendes Getös vernehmen, welches von Ohrenzeugen bald mit dem Geräusch von Feuerwerk, bald mit dem Geknatter von Kleingewehrfeuer verglichen wird. Dasselbe war bis in 30 bis 40 Kilometer Entfernung wahnehmbar. Vor der Detonation hatte man einen Körper gesehen, der, von einer Art Wolke umhüllt, in beträchtlicher Höhe mit bedeutender Geschwindigkeit von Nordost nach Südwest dahinflog. Wenige Augenblicke nach der Detonation bemerkte man mehrere Stücken, die rasch zu Boden fielen und beim Auftreffen einen dumpfen Schlag verursachten. Obwol man mehrere solche Stücke an verschiedenen Orten niederfallen sah, so konnte man doch (bis zum 15. März) nicht mehr als drei Steine auffinden. Der größte, ungefähr 7 Kilogr. wiegend, wurde nördlich von Villanuova von einem Knaben gefunden; er war 37 Centimeter tief in den Boden eingedrungen. Das zweite Stück fiel 2450 Meter vom ersten entfernt nieder, wenige Schritte entfernt von einem Bauer, der es ½ Meter tief in der Erde fand; es wiegt 1,92 Kilogramm. Das dritte fiel 3200 Meter vom ersten und 2950 Meter vom zweiten nieder, in der Nähe einer Frau; beim Niederfallen zersprang es in mehrere Stücke und mag etwa 300 Gramm gewogen haben. Die Bruchstücke sind sehr unregelmäßig und mit einer grauen, geschmolzenen Kruste bedeckt, was auf eine Schmelzung der Oberfläche deutet. Dieselben sind sehr stark magnetisch und von beträchtlichem spec. Gewichte. Ihre innere Struktur zeigt nichts Metallisches, der Bruch ist körnig, die Farbe weißlich, sie ähneln feinkörnigem Granit." Denza macht noch darauf aufmerksam, daß dieses in weniger als dreißig Jahren der dritte in der Gegend von Casale beobachtete Meteoritenfall ist. Die beiden früheren fanden statt bei Cereseto zwischen Casale und Moncalieri am 17. Juli 1840 und bei Giuliana Vecchia in der Nähe von Alessandria am 2. Februar

1860. Ein Bruchstück ist von Daubrée untersucht worden. Dasselbe wiegt 6 Gramm und gehört nach Daubrée's Classification (s. den vorig. Jahrg. des Jahrb. S. 18 u. f.) zur Gruppe der Oligosideren, Classe der Sporasideren, zeichnet sich aber vor den meisten Steinen dieser Gruppe durch die weiße Farbe seiner Bruchflächen aus.

Weiter ist zu erwähnen der Steinregen in Kroatien am 22. Mai, über welchen Hofrath von Haidinger Folgendes mittheilt: „Der Fall fand statt bei Slavetic, zwischen Agram und dem südwestlich vier Meilen davon entfernten Jaska. Zeit 10½ Uhr Vormittags; heller Sonnenschein, klarer Himmel. Von Norden her erschienen kleine Wölkchen, deren eines sich in seinem südlich gerichteten Zuge vergrößerte und die Gestalt eines Luftballons annahm unmittelbar vor dem mit Detonation verbundenen Verschwinden. Man sah angeblich an mehreren Orten Steine herabfallen, aber in die mit Korn, Weizen und Klee bewachsenen Felder. Nur Ein Stein wurde zu dem Pfarrer Jambrecak nach Slavetic gebracht, von da kam er in das Nationalmuseum nach Agram; später schickte ihn der Director desselben, Abbate Sjubich, an den Director Hörnes in Wien zur Ansicht, der ihn anschleifen ließ. Er besitzt fast ganz die Beschaffenheit der Steine von Pultusk. Gewicht = 7⅛ Loth Wien. = 124⅔ Gramm. Spec. Gew. = 3,754. Stark eisenhaltiger „Chondrit“ Gustav Rose's (vergl. die Rose'sche Classification der Meteoriten im 2. Bd. dieses Jahrb. S. 15 u. f.) Ausgezeichnete meteoritische Tuffstruktur. Zahlreiche feine schwarze Trennungslinien auf der Schliffffläche sichtbar.“

Ein anderer bemerkenswerther Meteoritenfall ist der von Sauguis-Saint-Etienne am 7. September. Wir entnehmen einem akademischen Berichte von Daubrée folgende Angaben über die näheren Umstände dieses Ereignisses:

In der Nacht vom 6. zum 7. September, gegen 2½ Uhr morgens, wurde in dem Departement der Unterpyrennäen, namentlich im Arrondissement Mauléon eine Feuerkugel gesehen. Dieselbe hatte die Gestalt einer leuchtenden Kugel und zog einen langen feurigen Schweif hinter sich her. Während der ganzen, etwa 6 bis 10 Sekunden betragenden Dauer ihrer Erscheinung verbreitete sie ein helles Licht von blaßgrüner Farbe. Mehrere

Personen bemerkten, daß die Kugel vor ihrem Verschwinden zersprang, indem sie leuchtende Stücken umherschleuderte, und an ihrer Stelle ein leichtes, weißliches Gewölk zurückließ, welches eine Zeit lang stehen blieb. Darauf folgte ein anhaltendes Getöse, dem Rollen des fernen Donners vergleichbar; alsdann hörte man drei oder vier heftige Schläge und Alles war vorüber. Diese Detonationen wurden an Orten wahrgenommen, die 80 Kilometer von einander entfernt sind; in der spanischen Grenzstadt Irun wurden mehrere Personen dadurch aus dem Schlafe geweckt, trotz des ziemlich starken Geräusches des Meeres. Die Bewohner von Sauguis-Saint-Etienne hörten nach den Detonationen noch ein zischendes Geräusch, als ob ein glühendes Eisenstück in Wasser getaucht würde, und dann einen dumpfen Schlag, vom Auftreffen des Meteoriten herrührend.

Den Bemühungen eines in dem benachbarten Dorfe Caresse lebenden eifrigen Liebhabers der Naturwissenschaften, Jules Thore, gelang es, den Meteoriten aufzufinden, welcher in das Bett eines kleinen Baches gefallen war. Dort war er in kleine Stücken zersprungen, von denen die größten kaum noch 5 Centimeter Länge besaßen. Nach der Angabe des Pfarrers von Sauguis ist das Niederfallen des Meteoriten von zwei Männern von etwa 60 Meter Entfernung aus beobachtet worden. Die Einwohner des Ortes zerschlugen anfangs die Bruchstücke, um darin irgend etwas Merkwürdiges zu finden, und warfen dann die kleinen Stückchen weg. Nach den sorgfältig gesammelten Resten schätzt Thore das Gesammtgewicht der Meteoriten auf etwa 2 Kilogr., der Pfarrer von Sauguis giebt 3—4 Kilogr. an; ob in der bewaldeten und bergigen Umgegend noch andere Steine niedergefallen sind, hat nicht ermittelt werden können.

Daubrée findet den Meteoriten seinem Aussehen nach dem von Casale sehr ähnlich. Beide haben wieder große Aehnlichkeit mit einem am 5. August 1856 zu Oviedo in Asturien und noch größere mit einem am 4. October 1857 zu Ormes im Departement der Yonne gefallenen Aerolithen. Die von Stanislas Meunier vorgenommene Analyse des Meteoriten von Sauguis ergab 8,05 Procent magnesische Theile, bestehend aus

| | | |
|---|---|---|
| Eisen | . . . . . . . . | 7,50 |
| Nickel | . . . . . . . . | 0,49 |
| Schwefeleisen | . . . . | Spuren. |

Dazu kommen noch 3,044 Proc. Schwefeleisen, 65,556 Proc. in Salzsäure lösliche und 23,350 unlösliche Silicate nebst geringen Mengen Chromeisen.

Die hier beschriebenen vier Meteoriten sind einander ziemlich ähnlich und gehören überhaupt zu dem am häufigsten vorkommenden Typus der Meteorsteine. Auch ein fünfter, der ebenfalls im vorigen Jahre, bei Pnompehn in Cambodga in den letzten Tagen des Juni, niederfiel, gehört hierher. Zwei andere Meteoriten, deren Niederfallen ebenfalls im Jahre 1868 beobachtet worden ist, weichen davon ab. Insbesondere hat ein am 11. Juli in der Nähe von Ornans (Dep. Doubs) in Frankreich niedergefallener Stein eine wesentlich andere Beschaffenheit, als die Mehrzahl der in der letzten Zeit niedergefallenen. Nach den Angaben von F. Pisani ist derselbe leicht zerreiblich, von oolithischer Struktur, porös, saugt Wasser ein, sein spec. Gewicht beträgt 3,599, er ist nur schwach magnetisch und wenig eisenhaltig; die Kruste hat nichts Ungewöhnliches. In seiner Zusammensetzung fällt die Menge Peridot (75,10 Proc., während der mittlere Gehalt etwa 50 Proc. ist) auf; außerdem findet sich in ihm: in Salzsäure unlösliche Silicate 15,26 Proc., Nickelhaltiges Eisen 1,85 Proc., Magnetkies ($Fe^7 S^8$) 6,81 Proc., Chromeisen 0,40 Proc.

## Die Sonne.

In der Geschichte der Entwickelung unserer Kenntnisse von dem Centralkörper unseres Planetensystemes wird das verflossene Jahr 1868 eine wichtige Epoche bilden, denn wirklich überraschend schnell sind die Entdeckungen auf einander gefolgt welche sich auf diesen Himmelskörper beziehen. Es knüpfen sich aber alle diese Entdeckungen an die merkwürdige

totale Sonnenfinsterniß vom 18. August, deren Verlauf zu schildern unsere nächste Aufgabe ist. Totale Sonnenfinsternisse sind für die Astronomen immer Ereignisse von größtem Interesse. Einestheils sind die bei solcher Gelegenheit vorzunehmenden Messungen das genaueste Mittel zur Prüfung unserer Sonnen- und Mondtafeln, und andererseits sind die bei

solchen Finsternissen wahrnehmbaren Erscheinungen, wie man schon seit einer Reihe von Jahren bemerkt hatte, vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich geeignet, die wichtigsten Fragen über die physische Beschaffenheit der Sonne ihrer Lösung entgegen zu führen. Insbesondere hatten die eigenthümlichen röthlichen, berg- oder flammenähnlichen Gestalten, die sogenannten Protuberanzen, welche man bei totalen Sonnenfinsternissen am Rande der Sonne wahrnimmt, seit einigen Jahrzehnten die Aufmerksamkeit der Astronomen gefesselt und es wurde lebhaft die Frage discutirt, ob diese Gebilde der Sonne selbst angehören oder nur optische Erscheinungen sind, hervorgerufen durch die Verdeckung der Sonne durch den Mond. Die Finsterniß vom 18. August 1868 erschien aber vorzugsweise passend für derartige Beobachtungen wegen ihrer langen Dauer. Während bei der großen in Spanien und Nordafrika sichtbaren Finsterniß vom 18. Juli 1860 die Dauer der Totalität 2 Min. 30 Sek. nicht überstieg und eine totale Sonnenfinsterniß an einem Orte überhaupt selten länger als 5 Min. dauert, betrug bei der vorjährigen die Dauer der Totalität im Maximum 6 Min. 50 Sek. Es bedurfte des Zusammenwirkens verschiedener Umstände, um ein so außerordentlich günstiges Resultat zu bewirken. Am 1. August befand sich zunächst die Sonne in ihrer größten Erdferne und hatte daher den kleinsten scheinbaren Durchmesser. Letzterer hatte sich zwar bis zum 18. wieder einigermaßen vergrößert, war aber doch noch verhältnißmäßig klein, und dieses war das erste für die lange Dauer der Finsterniß günstige Moment. Dazu kam als ein zweites Moment der Umstand, daß um Mitternacht zwischen dem 17. und 18. August der Mond in seiner Erdnähe stand, also einen verhältnißmäßig großen scheinbaren Durchmesser hatte. Drittens traf der in Folge der vorerwähnten Umstände sehr breite Mondschatten auf die Aequatorialzone der Erde, wodurch die Zone der Totalität der Finsterniß vergrößert und abermals ihre Dauer verlängert wurde. So kam es, daß die Zone der Totalität gegen 2000 Meilen lang und 30 Meilen breit wurde.

Seitdem Hansen nach mehr als dreißigjähriger ununterbrochener Arbeit seine Mondtafeln vollendet hat und durch seine und Leverrier's Bemühungen auch genauere Sonnentafeln hergestellt worden sind, ist auch eine genaue Vorausberechnung

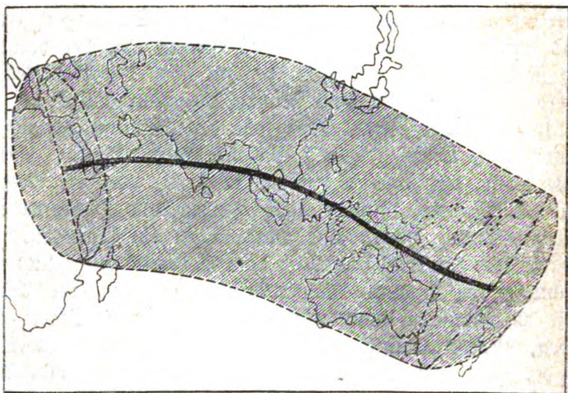
jeder Sonnen- oder Mondfinsterniß möglich geworden. Während bei der Vorausberechnung der totalen Sonnenfinsterniß von 1851 mit Hilfe der Burckhardt'schen Mond- und der Carlini'schen Sonnentafeln noch ein Fehler von ziemlich einer Minute begangen wurde, betrug der Fehler bei der nach den neuen Tafeln erfolgten Berechnung der Finsterniß von 1860 nur noch 6 Sekunden.

Eine genaue Vorausberechnung der Finsterniß vom 18. August 1868 hat Edmund Weiß in Wien geliefert. Nach derselben begann die totale Finsterniß, die Sonne ging verfinstert auf, in derjenigen Gegend Abessiniens, wo der blaue Nil sich nach Norden zu wenden beginnt (53° 33′ östl. Länge v. Ferro, 11° 8′ n. Br.); es geschah dies um 4 Uhr 20 Min. mittlere Berliner Zeit. Die Zone der Totalität zog sich nun weiter noch Osten, so daß ihr Nordrand Gondar berührte, setzte dann, die Insel Perim einschließend, über die Meerenge Bab-el-Mandeb hinüber nach Yemen und Hadramant, wo Mocha, Aden, Haura und Makalla in ihr lagen, und ging sodann über das Arabische Meer nach Vorderindien, welches in der Richtung von Bijapur nach Masulipatam von der Centrallinie durchschnitten wurde. Hier lagen u. a. die Städte Biziadroog, Muktul, Guntoor, Hyderabad, Angola und Rajahmundry in der Zone der Totalität. An der Westküste Vorderindiens betrug die größte Dauer der Totalität 5 Min. 10 Sek., an der östl. Küste 5 Min. 45 Sek. Noch größer wurde diese Dauer im weiteren Verlaufe der Totalitätszone. Diese ging nun zunächst durch den Busen von Bengalen, über die nördlichste der Andamanen-Inseln und durch den Mergui-Archipel nach der Provinz Tenasserim in Hinterindien und von da nach dem Golfe von Siam, wo die Dauer der Totalität zur Mittagszeit (6 Uhr 30 Min. Berliner Zeit) und bei 87 $^1/_2$° Sonnenhöhe ihr Maximum von 6 Min. 50 Sek. erreichte. Von hier aus ging die Zone der Totalität weiter durch die Südspitze von Anam, den nördlichen Theil von Borneo, die Residentschaft Menado auf Celebes und mitten durch die Inselgruppen der Molukken hindurch, Buru, Amboina und Ceram umschließend. Die Dauer der Totalität betrug hier blos noch 4 $^1/_3$ Min. In ihrem weiteren Verlaufe traf jene Zone dann die südliche Ausbuchtung von Neu-Guinea, streifte mit dem

Südrande Cap York, die nördlichste Spitze des australischen Festlandes, und ging durch das Korallenmeer nach der Gruppe der Neuen Hebriden, wo in 181° 4′ östl. L. und 16° 14′ südlicher Breite die Sonne (9 Uhr 45 Min. Berliner Zeit) verfinstert unterging.

Das Kärtchen Fig. 3 zeigt zunächst die Zone der totalen Finsterniß. Außerdem giebt dasselbe eine Uebersicht derjenigen

Fig. 3.



Gegenden der Erde, die überhaupt die Finsterniß zu Gesicht bekamen; dieselben sind schraffirt dargestellt. Die beiden Ovalen links und rechts umschließen alle diejenigen Orte, in denen die Sonne verfinstert auf oder unterging.

Zur Beobachtung dieser Finsterniß wurden die umfassendsten Vorkehrungen getroffen nnd insbesondere schickten England, Frankreich, Oesterreich und der Norddeutsche Bund besondere Expeditionen nach verschiedenen Punkten der Totalitätszone.

Was zunächst England betrifft, so schickte die königliche Gesellschaft der Wissenschaft in London den Ingenieurlieutenant Alexander Herschel, einen Enkel William Herschel's, nach Jumkundi auf dem Plateau von Dekan in Vorderindien. Außerdem stellten noch der Major J. F. Tennant von der ostindischen Landesvermessung Beobachtungen an in Guntoor, nahe der Ostküste Vorderindiens, und der Astronom der Sternwarte

zu Madras, Pogson, in Masulipatam, nicht weit von Guntoor. Auch war noch eine große Anzahl von Offizieren der englisch-ostindischen Armee von der königlichen Gesellschaft mit kleinen Instrumenten, namentlich Handspektroskopen versehen worden, mit denen dieselben an verschiedenen Orten Beobachtungen anstellten.

Französischerseits ging der Physiker Janssen, vom Längenbureau und der Akademie abgesandt, nach Guntoor, um dort spektroskopische Beobachtungen anzustellen. Eine zweite Expedition wurde vom Pariser Observatorium ausgerüstet, um die Finsterniß auf der Halbinsel Malacca zu beobachten. Dieselbe bestand aus dem Director der Sternwarte Longchamp, Stephan, den Astronomen Tisserant und Rayet vom Pariser Observatorium und dem Schiffslieutenant Chobirand. In Singapore kam noch der Generalstabschef des Gouverneurs von Cochinchina, Olry, dazu und später nahmen noch verschiedene Seeoffiziere und Beamte der französischen Besitzungen in Hinterindien Theil an den Beobachtungen. Letztere fanden an einer von den Mitgliedern der Expedition „Wah-Tonne“ genannten, übrigens wüsten Stelle, unmittelbar an der Meeresküste, an der Ostseite der Halbinsel Malacca in 11° 42′ nördl. Br. statt. In der Nähe der französischen Beobachtungsstation nahm auch der König von Siam, ein großer Liebhaber der Astronomie, seine Aufstellung, um die Finsterniß zu beobachten. Leider wurde dieser Fürst ein Opfer seines Interesses für die Wissenschaft. Die ungesunde Lage des Beobachtungsortes, von der auch die Franzosen zu leiden hatten, zog ihm eine Krankheit zu, an der er im October vorigen Jahres starb.

Vom Norddeutschen Bunde wurde auf Anregung des Dr. Bernstein in Berlin zwei Expeditionen ausgeschickt, eine zu astronomischen Beobachtungen und eine andere zu photographischen Aufnahmen bestimmt. Erstere, aus den Astronomen Spoerer aus Anklam, Tietjen aus Berlin, Engelmann aus Leipzig und dem Physiker Koppe aus Berlin bestehend, ging von Bombay aus über Puhna nach dem Dorfe Mulwar, etwa 18 Meilen südlich von der Ruinenstadt Bijapur an der westlichen Grenze des Plateaus von Dekan. Die photographische Expedition bestand aus dem Astronomen Thiele aus Bonn und den Photographen Vogel, Zenker und Fritsch, die-

selbe nahm ihre Aufstellung in der Nähe von Aden am Vorgebirge Marshaghill.

In unmittelbarer Nähe dieser Station (3 St. 0 Min. 15 Sek. östlich von Greenwich, 12° 45′ 46″ 5 n. Br. nach Oppolzer) machte auch die österreichische Expedition, an der die Astronomen Weiß und Oppolzer aus Wien und der Schiffslieutenant Rziha Theil nahmen, ihre Beobachtungen.

So außerordentlich vielversprechend nun die Finsterniß vom 18. Aug. auch war, sowol wegen der ungewöhnlich langen Dauer der Totalität, als auch wegen der Umfänglichkeit der zu ihrer Beobachtung getroffenen Vorkehrungen, so gab es doch einen Umstand, der geeignet schien, die ziemlich hochgespannten Erwartungen einigermaßen herabzudrücken. Auf dem nördlichen Theile des Indischen Oceanes weht nämlich vom April bis zum September der Südwestmonsun. Derselbe ist begleitet von heftigen Regengüssen, die namentlich dann, wenn der Wechsel zwischen Südwest- und Nordost-Monsun eintritt, die westliche Seite Ostindiens heimsuchen. Deshalb war zu befürchten, daß trübes Wetter und Regen die Beobachtungen vielfach hindern würde. Leider ist diese Befürchtung nur zu begründet gewesen. In Indien war der Himmel zur Zeit der Finsterniß mit dichten Wolken bedeckt, und namentlich auf dem westlichen Theile des Plateaus von Dekan herrschte so trübes Wetter, daß die Sonne nur wenig sichtbar wurde. Daher konnte namentlich die deutsche Expedition in Mulwar, wo die totale Finsterniß 5 Minuten dauerte, nur 5 Sekunden lang durch eine Lücke in den Wolken die Sonne sehen und die Lage und die Dimensionen einiger Protuberanzen bestimmen, sowie einen Blick auf die Corona werfen, während zu spektroskopischen und photometrischen Beobachtungen die Zeit zu kurz war. Auf dem östlichen Theile des Plateaus dagegen, sowie an der Ostküste Vorderindiens und auf der Halbinsel Malacca klärte sich der Himmel auf und gestattete umfänglichere Beobachtungen der Finsterniß. In Aden, der westlichsten Beobachtungsstation, herrschte zwar auch trübes Wetter, indessen wurde es doch möglich, die Sonne durch Wolken zu beobachten und mehrere gute Photographien von der Finsterniß zu erhalten.

Im Ganzen betrachtet sind aber die Ergebnisse der verschiedenen Expeditionen zusammen, trotz mancher Mißerfolge im

Einzelnen sehr befriedigend und äußerst werthvoll für die Wissenschaft. Wir haben dieses Resultat nächst dem Eifer und der Geschicklichkeit der Beobachter, die oft unter sehr schwierigen Verhältnissen arbeiteten, hauptsächlich den außerordentlichen Fortschritten zu verdanken, welche die astronomische Beobachtungskunst in der letzten Zeit gemacht hat. Wer denken dabei weniger an die Verbesserungen in der Einrichtung der älteren astronomischen Instrumente, als vielmehr an die Verwendung ganz neuer Hilfsmittel. Gegenwärtig sind fast alle Disciplinen der Physik der astronomischen Beobachtungskunst dienstbar geworden. Der elektrische Strom und der Magnetismus werden von ihr verwendet, um mittels des Chronographen noch kleine Bruchtheile einer Sekunde graphisch darzustellen und dadurch eine genaue Messung zu ermöglichen; wahrscheinlich werden in nicht ferner Zeit die Schwingungen von Stimmgabeln allgemeiner benutzt werden, um mit noch größerer Genauigkeit dasselbe Problem zu lösen.[1] Das Spektroskop ermöglicht es, nach den schönen Entdeckungen von Bunsen und Kirchhoff zu entscheiden, ob ein Lichtstrahl, der aus entfernten Räumen zu uns kommt, von einem festen, tropfbarflüssigen oder gasförmigen Körper herstammt, und giebt uns noch weiter Aufschluß über die chemische Natur der Lichtquelle. Mit dem ausgezeichnetsten Erfolge hat man die Photographie angewandt, um vollkommen naturgetreue Bilder der Himmelskörper zu erlangen und insbesondere war dieses Hilfsmittel schon bei der Sonnenfinsterniß von 1860 von Warren de la Rue und Pater Secchi mit glücklichem Erfolg benutzt worden. Wesentliche Vervollkommnungen hat endlich auch, namentlich durch Zöllner's Bemühungen, die Photometrie erfahren. Alle diese verschiedenen Hilfsmittel sind bei der vorjährigen Sonnenfinsterniß bereit gehalten und benutzt worden, soweit die Umstände es gestatteten; freilich konnte bei so bedecktem Himmel, wie in Mulwar, an die Benutzung des Zöllner'schen Photometers nicht gedacht werden.

Wir wollen nun versuchen, einen Ueberblick über die Arbeiten und Resultate der verschiedenen Expeditionen zu geben.

Zunächst wenden wir uns nach der westlichsten Beobach-

[1] S. die Beschreibung der Stimmgabel-Chronographen im vorigen Jahrg. des Jahrb. S. 70 u. f.

tungsstation, nach Aden. Als die norddeutsche und die österreichische Expedition am 2. August dort anlangten, waren die Mitglieder derselben nicht wenig erstaunt, die vulkanischen Höhen der Umgegend in Wolken gehüllt zu sehen. Sollte es doch nach allen bekannten Angaben in Aden nicht öfterer, als drei oder vier Mal im Jahre regnen. Als dann am Tage der Finsterniß die Beobachter ihr Lager verließen, waren $^9/_{10}$ des Himmels mit Wolken bedeckt. Glücklicherweise wurde gerade während der 3 Minuten langen Dauer der Totalität die Sonne durch eine Wolkenspalte sichtbar, und es gelang den drei Photographen

Fig. 4.




der norddeutschen Expedition, in dieser kurzen Zeit sechs Bilder zu erhalten. Daß so viele Bilder erhalten wurden, war der glücklichen Wahl des Beobachtungspunktes zu danken; nur eine

halbe Stunde von dem Orte entfernt konnte des Wolkenschleiers wegen Nichts von der Finsterniß gesehen werden. Mehrere von den erhaltenen photographischen Abbildungen zeigten übrigens die merkwürdigen rothen Hervorragungen oder Protuberanzen, auf welche die Aufmerksamkeit der Astronomen hauptsächlich mit gerichtet war, mit großer Schärfe, während bei anderen Bildern der Wolkenschleier der Schärfe Eintrag gethan hatte.

Unsere Fig. 4 giebt eine Ansicht der Totalität der Finsterniß nach einer solchen Photographie. Man erkennt hier namentlich die Protuberanz c und die Protuberanzreihen ab und de. Unter diesen Protuberanzen ist besonders c bemerkenswerth, weil dieselbe auch an anderen Stationen nahezu in derselben Gestalt und Lage gesehen und zum Theil genau gemessen oder aufgenommen worden ist. Auch die norddeutschen Astronomen in Mulwar haben dieses Gebilde beobachtet und aus der großen Uebereinstimmung der hier vorgenommenen Messung mit der 32 Minuten früher bei Aden erfolgten photographischen Aufnahme ergab sich mit einer früher noch nicht erreichten Sicherheit die Zugehörigkeit der Protuberanzen zur Sonne. Es ist fernerhin nicht mehr statthaft, ein Gebilde, welches nach halbstündiger Zwischenzeit an zwei, um mehr als viertehalbhundert geographische Meilen von einander entfernten Orten in gleicher Weise sichtbar war, für eine bloße optische Erscheinung zu erklären. Allerdings schienen schon die Wahrnehmungen, welche während der totalen Sonnenfinsterniß am 18. Juli 1860 in Spanien gemacht wurden, für die Zusammengehörigkeit der Protuberanzen zur Sonne zu sprechen, und die Mehrzahl der Astronomen bekannte sich seitdem zu dieser Ansicht. Namentlich fiel der Umstand in's Gewicht, daß auf den photographischen Bildern jener Finsterniß, welche Warren de la Rue in Riva Bellosa und Secchi in Desierta de las Palmas gewonnen hatten, die Lage der abgebildeten Protuberanzen sehr genau übereinstimmte. Leider war es nicht möglich, auch die Höhen der Protuberanzen auf beiden Bildern zu vergleichen, da der Maßstab der Secchi'schen Photographie ein zu kleiner war. Dieser Umstand, sowie Abweichungen in den Abbildungen und Beschreibungen der Protuberanzen Seitens anderer Beobachter gaben immer noch einzelnen Astronomen

Veranlassung, die optische Hypothese beizubehalten. Diese Zweifel sind nunmehr überwunden, und wir werden bald noch eine neue Entdeckung kennen lernen, welche die Zugehörigkeit der Protuberanzen zur Sonne unwiderleglich darthut und uns zugleich nähern Aufschluß über das Wesen dieser Erscheinungen giebt.

Was die Protuberanz c anlangt, so ist deren scheinbare Höhe von Engländern und Franzosen gemessen und gleich 3 Minuten gefunden worden. Das ist $1/_{10}$ des Sonnendurchmessers und die wahre Höhe des Objektes über der leuchtenden Oberfläche der Sonne würde demnach gegen 20000 geogr. Meilen betragen.

Die kometenartigen Ausstrahlungen x und y, welche unsere Figur außerdem zeigt, gehören der unter dem Namen Corona bekannten Lichterscheinung an, die ein rein optisches Phänomen ist. Diese Strahlen wurden übrigens auch mit bloßem Auge deutlich gesehen.

Von der österreichischen Expedition beobachtete Weiß die Protuberanzen. Die bemerkenswertheste derselben, c, erschien fingerförmig und glänzte in lebhaften Carmin. Dieselbe war nicht nur während der ganzen Dauer der Totalität der Finsterniß dem bloßen Auge sichtbar, sondern konnte auch noch nach dem Hervorbrechen der Sonne eine ganze Minute lang beobachtet werden, bis eine Wolke sie den Augen des Beobachters entzog.

Der Schiffslieutenant Rziha führte Spektralbeobachtungen aus und bemerkte beim Eintritt der Totalität ein plötzliches Verschwinden aller dunkeln Fraunhofer'schen Spektrallinien. Das Spektrum ging in ein allerdings blasses, aber noch vollkommen deutlich sichtbares continuirliches über. Gegen das Ende der Totalität, als ein dünner Wolkenschleier sich über die Sonne gezogen hatte, durch den die Corona verdeckt wurde, die Protuberanzen aber noch hindurchleuchteten, verschwand im Spektroskope der stärker brechende Theil des Spektrums fast vollständig und es blieben nur noch eine Reihe rother, durch breite dunkle Zwischenräume getrennter Bänder zurück.

Anfang und Ende der Totalität wurden von Oppolzer beobachtet; ersterer trat 5,1 Sek., letzteres 1,1 Sek. später ein, als die Rechnung angab; das Ende der Finsterniß überhaupt,

als Mittelwerth aus den Beobachtungen von Oppolzer und Rziha bestimmt, trat 9,3 Sek. früher ein, als es der Berechnung nach erfolgen sollte.

Ehe wir uns nun zur Besprechung der meist spektroskopischen Arbeiten in Vorderindien wenden, mögen noch einige Bemerkungen über die Beobachtungen der Franzosen in Wah-Tonne Platz finden.

Die Mitglieder der Expedition begannen ihre Arbeiten schon am 28. Juli, und einige Tage vor der Finsterniß bestimmten Stephan und Tisserand die geographische Lage des Beobachtungsortes, während Rayet mit einem Teleskope von 20 Centimeter Oeffnung die Hauptsterne des Südhimmels untersuchte. Wie schon erwähnt, gesellten sich zu den aus Frankreich abgeschickten Astronomen noch verschiedene Schiffsoffiziere und Beamte aus den Besitzungen in Cochinchina. Insbesondere ist der Director des botanischen Gartens in Saigon, Pierre, hier zu nennen, welcher von dem in der Nähe von Wah-Tonne gelegenen Berge Kaw-Luang aus den allgemeinen Zustand der Landschaft und die Wirkung der Finsterniß auf Pflanzen und Thiere beobachtete. Indessen sind in letzterer Hinsicht keine merkwürdigen Wahrnehmungen gemacht worden. Die Wirkung auf Thiere und Pflanzen ist als Null anzusehen. Die Dunkelheit war überhaupt nicht groß; zwar mußte Tisserand, um die feine Theilung der Tafel seines Mikrometers abzulesen, eine Lampe zu Hilfe nehmen, aber andererseits blieb der Schatten des Zeltes, welches für die Beobachter aufgeschlagen war, auch während der Totalität auf dem Boden sichtbar. Nur 5 Sterne wurden sichtbar, doch ist diese geringe Anzahl hauptsächlich auf Rechnung der starken Bewölkung zu setzen.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung konnte Pierre vom Gipfel des Kaw-Luang aus beobachten. Elfmal, ein Wenig vor und auch während der Totalität, bemerkte derselbe in der Richtung von NO nach O und parallel mit einander sieben bestimmt ausgezeichnete Streifen, die senkrecht nach dem Horizonte gingen, sich mehr und mehr über den Himmel ausdehnten und deren Farbe allmälig aus Roth in Purpurviolett überging.

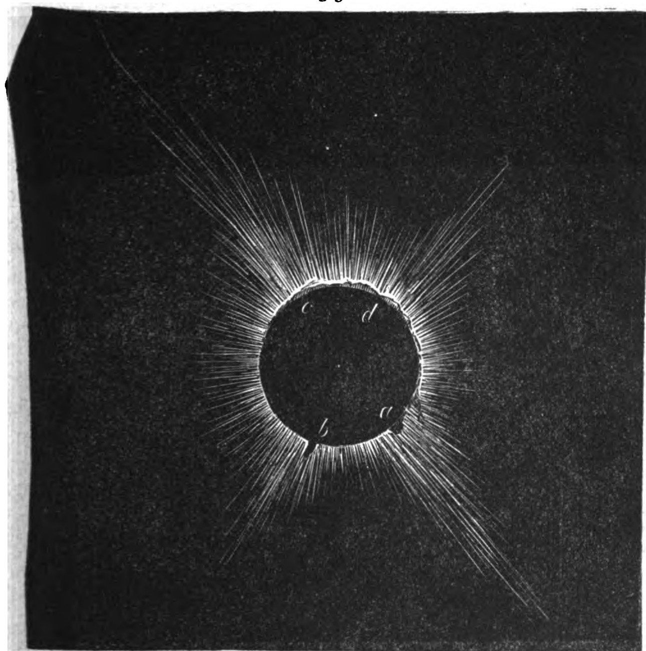
In Wah-Tonne selbst war das Wetter am Morgen des 18. August ziemlich schön. Nur einige leichte Wolken durchzo-

gen die Atmosphäre. Der Commandant Letourneur von der Corvette „La Sarthe“ hatte früh 7 Uhr, als er sich ans Land begab das aschfarbene Licht des Mondes mit besonderer Klarheit gesehen. Um 9 Uhr jedoch wurde das Wetter unruhig, dichte Wolken stiegen von Zeit zu Zeit vom Kaw-Luang auf und Alles deutete auf ein starkes Unwetter. Auch blieb in der That die erste Berührung von Sonne und Mond unsichtbar. Aber ungefähr 20 Minuten vor der zweiten, dem Beginne der Totalität, begannen die Wolken sich zu zerstreuen und der Himmel wurde in einem ziemlichen Umkreise um die Sonne frei. Allmälig nahm die Landschaft die charakteristische düstere, grau leinene Farbe an, welche bei totalen Finsternissen eintritt. Plötzlich, als der letzte Sonnenstrahl verschwunden, konnte man selbst mit blosem Auge die Protuberanzen und die Corona deutlich sehen. „In dem großen Teleskope“, so schreibt Stephan, „zeigten sich die Protuberanzen mit wunderbarer Klarheit. Es waren vier Gruppen sichtbar, deren Lage die beistehende Figur 5 angiebt.[1] Ihre Farbe kann man als Corallenroth mit einem leichten violetten Anfluge bezeichnen. Sie schienen alle längs einer vollständig deutlichen Basis festzusitzen und schwebten nicht in einiger Entfernung vom Monde, wie dieses bei den Finsternissen von 1851 und 1860 beobachtet worden war. Die Länge der Protuberanz b war nicht geringer als ein Zehntel des Monddurchmessers; die einander fast diametral gegenüberstehenden Protuberanzen a und c waren gezahnt, d war eine große Gruppe von flockigem Aussehen. Auf die zweite Berührung folgte übrigens kein plötzliches Verschwinden des Lichtes der Sonne; noch etwa eine Viertelminute lang nach dem Verschwinden des Sonnenrandes erschien mir und Tisserand der Mond umgeben mit einem hell leuchtenden Ringe von geringer Breite, dessen Glanz fast dem der Sonne glich; dieser Ring ist so glänzend, daß er wohl einen Irrthum über den wahren Moment der Berührung veranlassen kann. Derselbe erschien wieder einige Sekunden vor dem dritten Contacte. Es scheint sonach der eigentliche Sonnenkörper mit einer dünnen, durchscheinenden und äußerst

[1] Diese Figur stellt die Erscheinung in gerade entgegengesetzter Lage dar, wie Fig. 4 auf S. 34. Die Protuberanz b in Fig. 5 ist mit c in Fig. 4 identisch.

hell glänzenden **Schicht** umgeben zu sein. Darüber hinaus sah man die **Corona** und die Glorienscheine in gewöhnlicher Weise."

Fig. 5.




Rücksichtlich der eigentlichen astronomischen Beobachtungen **mag bemerkt** werden, daß die zweite und dritte Berührung **sehr genau** beobachtet wurde, daß aber die vierte der trüben **Witterung** wegen unsichtbar war.

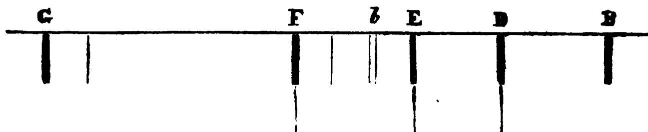
**Mit** besonderer Sorgfalt wurde von Rayet das Spek**trum der** großen Protuberanz am Ostrande der Sonne unter**sucht.** Als er die Spalte seines Spektroskopes auf dieses Ge**bilde richtete,** erblickte er eine Reihe von neun hell glänzenden **Streifen, welche** ihrer Anordnung im Gesichtsfelde, sowie ihrer **relativen** Entfernung und Farbe nach mit den Hauptlinien B, D, E, b, einer unbekannten Linie, der Linie F und zweien

Linien der Gruppe G des Sonnenspektrums übereinstimmten. Diese Linien erschienen sehr hell auf einem aschfarbenen Hintergrunde. Sie waren sichtbar, sowol wenn die Spalte des Spektroskopes parallel zur Hauptdimension, als auch wenn dieselbe senkrecht zu dieser Richtung stand; doch erschienen in der ersten Stellung die drei hellsten Linien noch durch schwache Lichtstreifen über die anderen hinaus verlängert, sowie die folgende Figur dieses andeutet. Rayet zieht aus dieser Gestalt des Spektrums den Schluß, daß die Protuberanzen Strahlen einer glühenden gasförmigen Masse, Flammenerscheinungen eines gewaltigen chemischen Prozesses sind.

Das Licht der Corona fand Rayet so schwach, daß es ihm auch bei größter Weite der Spalte seines Spektroskopes nicht gelang, ein Spektrum zu erhalten.

Rayet hat auch die große leuchtende Region auf der Westseite der Sonne mit seinem Spektroskope untersucht und ein Spektrum erhalten, welches dieselben Linien zeigte, wie das der hornförmigen Protuberanz auf der Ostseite. Doch zeigte das weite Spektrum nur eine einzige violette Linie.

Fig. 6.




Dieselben Ergebnisse haben nun auch die Beobachtungen anderer Astronomen geliefert. In Wah-Tonne selbst sah Hatt, der Director des Observatoriums in Saigun, dieselben Linien wie Rayet, und in Vorderindien beobachteten Tennant, Herschel und Janssen gleichfalls ein aus hellen Streifen bestehendes Spektrum der Protuberanzen. Nur in der Zahl der beobachteten Streifen zeigt sich ein Unterschied: Herschel fand nicht mehr als drei, Tennant fünf, Janssen fünf bis sechs. Diese Abweichung ist indessen wesentlich auf Rechnung der verschiedenen optischen Kraft der benutzten Instrumente zu setzen, und außerdem kommt noch der in den verschiedenen Beobachtungsstationen nicht ganz gleiche Grad von Dunkelheit

sowie die ungleiche Reinheit der Luft während der Finsterniß in Betracht.

Durch diese Beobachtungen war also die gasige Natur der Protuberanzen festgestellt. Janssen sprach dieses Ergebniß gleich in seiner ersten telegraphischen Depesche, welche am 24. August der Pariser Akademie vorgelegt wurde, in den Worten aus: „Finsterniß beobachtet, Protuberanzen-Spektrum sehr bemerkenswerth und unerwartet, Protuberanzen gasiger Natur."

Da die im Roth befindliche Linie C und die blaue Linie F dem Wasserstoffgase angehören, so war man zugleich über die chemische Natur der Protuberanzen aufgeklärt: „Die Protuberanzen bestehen aus glühendem Wasserstoff."

So interessant diese Resultate sind, so werden sie doch in Schatten gestellt durch eine Entdeckung, welche während der Finsterniß selbst von Janssen gemacht wurde und welche auf das fernere Studium der Sonnenoberfläche den förderndsten Einfluß bereits geübt hat und auch noch in Zukunft zu üben verspricht. Bisher war man zur Beobachtung der Protuberanzen lediglich auf die wenigen Minuten der Totalität einer Finsterniß angewiesen, also abhängig von Ereignissen, die verhältnißmäßig nur selten eintreten. Allerdings gab der Umstand, daß Rziha im Jahre 1867 bei einer nicht totalen, sondern blos ringförmigen Finsterniß in Dalmatien ebenfalls eine Protuberanz beobachten konnte (s. Jahrg. IV. dieses Jahrb. S. 7) einige Hoffnung darauf, daß man auch zu anderer Zeit, als nur während totaler Sonnenfinsternisse diese Gebilde werde untersuchen können. Indessen war diese Hoffnung doch noch nicht in Erfüllung gegangen. Da wurde Janssen durch die charakteristische Form des Spektrums der Protuberanzen auf den Gedanken gebracht, daß das Spektroskop die Möglichkeit gewähre, jederzeit, sobald überhaupt die Sonne sichtbar ist, die Protuberanzen zu beobachten. Lassen wir den Entdecker selbst erzählen. „Während der totalen Sonnenfinsterniß", so schreibt Janssen in seinem aus Calcutta vom 3. October datirten Bericht, „fiel mir in hohem Grade der lebhafte Glanz der Protuberanzlinien auf und es kam mir der Gedanke, daß es möglich sei, dieselben auch zu anderer Zeit, als während der Finsterniß wahrzunehmen. Unglücklicherweise bedeckte sich der Himmel nach der letzten Be-

rührung und ich konnte an demselben Tage keinen weiteren Versuch machen. Während der Nacht kam ich über die Methode und Hilfsmittel ihrer Ausführung zu völliger Klarheit, und als ich anderntags, den 19. Morgens 3 Uhr aufgestanden war, traf ich alle Anstalten zu neuen Beobachtungen."

„Die Sonne ging sehr schön auf; sobald sie sich über die am Horizont schwebenden Dünste erhoben hatte, begann ich sie zu beobachten. Ich verfuhr dabei auf folgende Art. Mittels des Suchers meines großen Fernrohres richtete ich die Spalte des Spektroskopes auf den Rand der Sonnenscheibe, und zwar nach den nämlichen Stellen, an denen ich Tages zuvor die leuchtenden Protuberanzen beobachtet hatte. Da die Spalte theilweise auf die Sonnenscheibe und theilweise außerhalb derselben gerichtet war, so erhielt ich zwei Spektra, das der Sonnenscheibe und das der Protuberanzenregion. Der lebhafte Glanz der ersteren war sehr störend; zur Beseitigung dieser Schwierigkeit entfernte ich aus dem Sonnenspektrum das Gelb, Grün und Blau, also die glänzendsten Partien. Meine Hauptaufmerksamkeit war auf die Linie C gerichtet, welche im Sonnenspektrum dunkel war, aber im Protuberanzspektrum hell erscheinen und, da sie in einer weniger hell glänzenden Gegend liegt, auch ziemlich leicht wahrnehmbar sein mußte."

„Nachdem ich kurze Zeit die Protuberanzenregion des westlichen Sonnenrandes untersucht hatte, gewahrte ich plötzlich eine zarte, 1 bis 2 Minuten hohe, glänzende rothe Linie, welche genau die Verlängerung der dunkeln Linie C des Sonnenspektrums bildete. Als ich dann die Spalte meines Spektroskopes über die Protuberanzenregion weiter rücken ließ, so blieb diese Linie, aber sie veränderte ihre Länge und ihren Glanz und ließ dadurch große Verschiedenheiten in der Höhe und in der Lichtintensität der verschiedenen Stellen der Protuberanz erkennen."

„Diese Beobachtungen wurden zu drei verschiedenen Malen wiederholt und immer erschien die rothe Linie unter denselben Verhältnissen wieder. Herr Rédier, der mich in diesen Untersuchungen mit vielem Eifer unterstützte, sah sie ebenfalls. Kurze Zeit nachher constatirte ich das mit C gleichzeitige Auftreten der hellen Linie F."

„Nachmittags kam ich nochmals auf die schon am Morgen studirte Region zurück. Die hellen Linien zeigten sich von

Neuem, aber sie ließen große Veränderungen in Vertheilung der Protuberanzen-Substanz erkennen; die Linien erschienen zum Theil in einzelne, nicht mit der Hauptlinie zusammenhängende Stücke zerrissen, eine Thatsache, welche auf die Existenz isolirter Wolken hindeutete, die sich seit Vormittag gebildet hatten. In der Gegend der großen Protuberanz fand ich auch einige helle Linien, aber ihre Länge und Vertheilung zeigten an, daß auch hier große Veränderungen vorgegangen waren."

In Bezug auf diese Veränderungen in der Protuberanzenregion der Sonne ist besonders charakteristisch eine Wahrnehmung, die Janssen am 4. Sept. gemacht und in demselben Bericht beschrieben hat.

„Um 9 Uhr 50 Min. zeigte die Untersuchung des Sonnenrandes eine Anhäufung von Protuberanzenmasse am untern Rande der Scheibe. Um die Gestalt derselben näher zu bezeichnen, wanden wir eine Methode an, die als die chronometrische bezeichnet werden kann, weil die Zeit als Element der Messung auftritt."

„Bei dieser Methode bringt man nämlich das Fernrohr mit dem Spektroskop in eine feste Stellung, und zwar so, daß in Folge der täglichen Bewegung nach und nach alle Theile der zu untersuchenden Region vor der Spalte vorübergehen. Man notirt dann für jeden bestimmten Augenblick die Länge und Lage der jeweilig sichtbaren Protuberanzenlinien. Mit Hilfe der Zeit, die zwischen den einzelnen Beobachtungen verfließt, verglichen mit der täglichen Bewegung der Sonne, bestimmt man dann die Länge der Protuberanzen, und diese, sowie die nach einerlei Einheit geschätzte Höhe der Protuberanzenlinien liefern die Elemente zur graphischen Darstellung der Protuberanz."

„Die Anwendung dieser Methode auf die eben erwähnte Sonnenregion zeigte nun eine Protuberanz, welche auf einer Strecke von 30 Bogengraden den Sonnenrand umgab; davon lagen 10 Grad östlich vom vertikalen Sonnendurchmesser und 20 Grad westlich. Am Ende des westlichen Theiles schwebte eine ziemlich große Wolke in 1½ Min. Entfernung vom Sonnenkörper. Dieses über 2 Minuten lange Gewölk erstreckte sich zu der angegebenen Zeit (9 Uhr 50 Min. früh) parallel dem Sonnenrande hin. (S. Fig. 7 A.) Eine Stunde später, um 10 Uhr 50 Min., hatte sich die Wolke zu bedeutender

Höhe erhoben und eine mehr kugelförmige Gestalt angenommen; (s. Fig. 7 B.) Die Veränderungen erfolgten jetzt mit außerordentlicher Schnelligkeit, denn 10 Min. später, also um 11 Uhr, hatte sich die Kugel in der Richtung senkrecht zum Sonnenrande außerordentlich verlängert und am untern Theile hatte sich eine kleine Wolke losgelöst, welche frei zwischen der Sonne und der Hauptwolke schwebte." (s. Fig. 7 C.)

Janssen hat die Beobachtungen nach seiner Methode vom Tage der Finsterniß bis zum 4. September fortgesetzt. In einem von Cocanada aus unterm 19. Sept. 1868 datirten Schreiben, in welchem er der Pariser Akademie die erste vorläufige Kunde von seiner Entdeckung giebt, sagt er: „Ich habe Karten der Protuberanzen entworfen, welche zeigen, mit welcher Schnelligkeit — oft in wenigen Minuten — diese ungeheueren Gasmassen ihre Gestalt und ihren Platz ändern. Kurz ich habe während dieses ganzen Zeitraumes, der gleichsam eine Finsterniß von siebzehntägiger Dauer gewesen ist, eine Masse auf die physische Beschaffenheit der Sonne bezüglicher Thatsachen gesammelt, die sich mir ganz von selbst darboten."

Fig. 7 A.

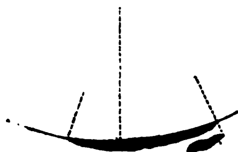


Fig 7. B.

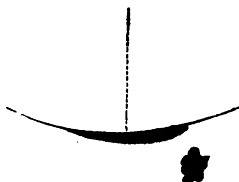
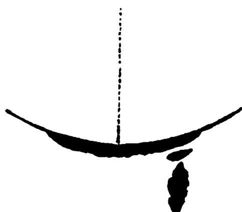


Fig. 7 C.



Von diesen Beobachtungen möge hier noch eine erwähnt werden, welche für die Sicherheit der Beobachtungsmethode spricht. Janssen bemerkte nämlich mehrfach, daß sich die hellen Linien der Protuberanzen noch über die dunkeln Linien des Sonnenspektrums hin fortsetzten. Bei starker Anhäufung der Protuberanzen-Substanz kann man also dieselbe auch vor der Sonnenscheibe selbst wahrnehmen.

Es ist einleuchtend, von welcher Wichtigkeit Janssen's Entdeckung, daß man die Protuberanzen jederzeit durch das

Spektroskop wahrnehmen und allen ihren Veränderungen folgen kann, für das Studium der Sonnenoberfläche sein muß. Janssen gebührt ohne Zweifel der Name des Entdeckers dieser Methode, insofern er den Gedanken selbstständig gefaßt und zuerst praktisch verwirklicht hat. Der Grundgedanke aber ist schon früher von anderer Seite ausgesprochen worden, nur hat er keine weitere Beachtung gefunden, jedenfalls weil sein Urheber noch nicht die rechten Mittel zur Verwirklichung desselben besaß und daher keine praktischen Erfolge aufweisen konnte.

G. Norman Lockyer, ein Liebhaber der Astronomie in London, überreichte der Londoner Gesellschaft der Wissenschaften am 11. October 1866 eine Abhandlung unter dem Titel: „Spektroskopische Beobachtungen der Sonne." Der Hauptgegenstand dieser Arbeit war das Studium des Spektrums der Sonnenflecken, aber am Schlusse derselben finden sich die Worte: „und kann das Spektroskop uns nicht auch Gewißheit geben über das Vorhandensein der rothen Flammen, welche totale Sonnenfinsternisse uns in der Sonnenatmosphäre gezeigt haben, obwol sie sich allen andern Beobachtungsarten zu anderen Zeiten entziehen? und wenn das der Fall ist, können wir nicht vielleicht von diesen Erscheinungen auf das Neuauflodern des Sternes in der Krone einen Schluß machen?"

Der Hinweis auf den im Mai 1866 im Sternbilde der Krone plötzlich aufgeloderten Stern (s. den 3. Bd. dieses Jahrb. S. 23 u. f.) ist ein äußerst glücklicher. Aus den Untersuchungen von Huggins wissen wir nämlich, daß dieser Stern zwei Spektra besaß, eines mit dunkeln Linien und ein anderes mit hellen Linien, die augenscheinlich von glühendem Wasserstoffgas herrührten. Nichts lag nun näher, als auch bei den Protuberanzen der Sonne ein Wasserstoffspektrum vorauszusetzen. Lockyer hat sich auch nicht begnügt mit der blosen Veröffentlichung seiner Idee; sondern er hat fleißig mit dem Spektroskop die dem Sonnenrande benachbarte Region untersucht. Augenscheinlich war aber sein Instrument nicht empfindlich genug und er konnte kein Gasspektrum mit hellen Linien entdecken. Daraus zog er den Schluß, daß die Protuberanzen nicht gasförmiger Natur seien, und diese Ansicht hat er mit Bestimmtheit ausgesprochen in einem von ihm selbst und Balfour Stewart verfaßten Artikel „Ueber die Sonne als Typus des materiellen Universums",

der sich im Juliheft 1868 von Macmillan's Magazin findet. „Vor allen Dingen", heißt es dort, „hat sorgfältiges Nachsuchen mit dem Spektroskope rings um den Rand der Sonne keine hellen Linien erkennen lassen. Dies ist ein starker negativer Beweis dafür, daß sie (die Protuberanzen nicht Massen glühender Dämpfe oder Gase sind." Die kurze Depesche Janssens, welche die gasige Natur der Protuberanzen behauptete, sowie die spektroskopischen Beobachtungen von Herschel, Tennant und Rayet bewogen Lockyer, seine Untersuchungen wieder aufzunehmen. Der Bericht von Rayet, dem die in Fig. 6 reproducirte Zeichnung beigegeben war, wurde am 12. October 1868 in der Pariser Akademie vorgetragen; in der Nacht vom 19. zum 20. October las Lockyer den Bericht über die Sitzung und als er am 20. October mit einem neuen Spektroskope den Sonnenrand untersuchte, gelang es ihm, helle Streifen (C, D, F) zu erkennen und damit die Existenz von Protuberanzen nachzuweisen, zu einer Zeit, als noch Niemand in Europa von der Janssen'schen Entdeckung Kunde hatte. Die Nachricht von der Auffindung der Protuberanzen durch Lockyer wurde durch Balfour Stewart in zwei Briefen, die vom 21. und 23. October datirt sind, Warren de la Rue mitgetheilt. Dieser übergab beide Briefe dem Präsidenten der Pariser Akademie, Delaunay, welcher sie am 22. und 24. empfing. Wenige Augenblicke nach Empfang des zweiten, verschiedene Details enthaltenden Briefes, wurde ihm auch das oben erwähnte, von Cocanada, 19. September, datirte Schreiben Janssen's eingehändigt. So kam es, daß in der Sitzung der Akademie am 26. October die Briefe Stewarts, welche Lockyer's Beobachtungen beschreiben, vor dem Janssen'schen Berichte vorgelesen wurden.

Nachdem die Beobachtungen von Janssen und Lockyer bekannt geworden, gelang es auch anderen Beobachtern, mit dem Spektroskope Protuberanzen am Sonnenrande zu erkennen. So entdeckte z. B. Tietjen in Berlin am 21. November zwei Protuberanzen, deren eine die scheinbare Höhe von einer Minute hatte, und schon vorher, am 4. November, hatte der Pater Secchi in Rom eine freischwebende, wolkenähnliche Protuberanz wahrgenommen.

Rücksichtlich derartiger Beobachtungen mag die Bemerkung hier Platz finden, daß es hauptsächlich die Wasserstofflinie C

ist, welche dabei deutlich leuchtend hervortritt; schwächer erscheint die Linie F. Außerdem nimmt man, entsprechend den von Rayet während der totalen Sonnenfinsterniß gemachten Beobachtungen, noch einige andere Linien wahr. Nach Secchi's Angaben sind dies hauptsächlich: eine Linie im Roth, dicht neben der Fraunhoferschen Linie B, nach C hin; eine andere in geringer Entfernung von D nach der Seite des Violett hin; eine im Grün zwischen den zwei starken Magnesiumlinien, endlich mehrere unter den Eisenlinien. Rayet's ursprüngliche Angabe, daß ein Paar der hellen Linien des Protuberanzenspektrums den hellen Linien B und D entsprechen, ist sonach nicht ganz genau, wie der genannte Astronom übrigens bald selbst bemerkt hat. Die in der Nähe von D gelegene, aber nicht dieser Natriumdoppellinie entsprechende helle Linie des Protuberanzenspektrums hat übrigens die bemerkenswerthe Eigenschaft, daß ihr, wie es scheint, keine direkte Linie des Sonnenspektrums entspricht. Die Möglichkeit, daß auch diese Linie dem Wasserstoff angehört, ist übrigens nicht unbedingt zurückzuweisen; denn wie später im physikalischen Theile dieses Buches zu erwähnen ist, kennen wir bereits drei verschiedene Spektra des Wasserstoffes, die bei verschiedenen Dichtigkeiten und Temperaturen auftreten, und es ist also wohl denkbar, daß bei besonders hohen Temperaturen noch andere Linien auftreten. Wie viele Linien im Spektrum einer Protuberanz sichtbar sind, das hängt natürlich einestheils von dem Glanze der Protuberanz selbst, anderntheils von der Beschaffenheit des Beobachtungsinstrumentes ab.

Die Beobachtungen des Sonnenrandes mit dem Spektroskope ergaben bald noch ein neues Resultat. Es stellte sich heraus, daß die ganze Sonne rings umgeben ist mit einer Hülle desselben Gases, welches die Protuberanzen bildet. Im Bezug hierauf schrieb Lockyer am 7. November 1868 an Warren de la Rue: „Ich habe wahrnehmen können, daß die Protuberanzen ganz einfach lokale Anhäufungen einer gasförmigen Hülle sind, welche die ganze Sonne umgiebt; denn rings um den Umfang des Sonnenkörpers nahm ich das den Protuberanzen eigenthümliche Spektrum wahr. Die Dicke dieser Schicht ist ungefähr 5000 (engl.) Meilen (8000 Kilometer); sie ist auffallend regelmäßig in ihrem ganzen Umfange. Am Pole, wie am Aequator nimmt das Spektroskop ihre Anwesenheit in merklich gleicher Entfernung

vom Sonnenrande wahr.“ Zu einem ähnlichen Resultate gelangte auch Secchi: „Ich habe zunächst nachgewiesen,“ so berichtet er in einem an die Pariser Akademie gerichteten Schreiben vom 30. November, „daß man rings um den Sonnenrand die Umkehrung der Wasserstofflinien beobachten kann, was auf eine Schicht schließen läßt, die in ihren schwächsten Stellen 15 Sekunden mächtig ist. Zieht man aber noch die Entfernung in Betracht, in welcher die Linie (C) aufhört schwarz zu erscheinen, ohne indessen leuchtend zu werden, so kann man die Mächtigkeit dieser die Sonne umhüllenden Wasserstoffschicht mindestens auf das Doppelte anschlagen.“ Diese letztere Bemerkung bezieht sich auf eine frühere Wahrnehmung von Secchi, daß nämlich unmittelbar am Sonnenrande die Wasserstofflinien, und zwar vorzüglich C, aufhören, als schwarze Linien zu erscheinen, daß man sich aber erst etwas vom Rande entfernen muß, wenn man sie umgekehrt, d. h. hell leuchtend erblicken will. Einer scheinbaren Höhe der Wasserstoffschicht von 15 Sekunden würde eine wirkliche Mächtigkeit von ungefähr 12000 Kilometer entsprechen.

Auch Janssen, welcher in Indien geblieben, um noch verschiedene physikalische Untersuchungen vorzunehmen, entdeckte in Simla im Himalaya im December die Existenz einer die Sonne umhüllenden, vorzugsweise, wenn nicht ganz aus Wasserstoffgas gebildeten Schicht, der er eine geringe Höhe und eine sehr ungleiche, stürmisch bewegte Oberfläche zuschreibt und welche seiner Meinung nach ein zusammenhängendes Ganze mit den Protuberanzen bildet. Eine vom 12. Januar 1869 datirte, an die Pariser Akademie gerichtete Depesche sagt: „Bestätigung der Existenz einer Wasserstoff-Atmosphäre rings um die Sonne. Beziehung zwischen der Anwesenheit von Flecken und den Protuberanzen.“ Die neue Thatsache, welche in dieser Depesche erwähnt wird, der Zusammenhang zwischen Protuberanzen und Sonnenflecken, ist auch von Secchi selbstständig aufgefunden worden. Am 4., 5. und 6. Januar bemerkte derselbe, wie er in einem Schreiben vom 27. Januar der Pariser Akademie meldet, „daß in der Nähe der Flecken die dunkle Linie C verschwand, was den Beweis liefert, daß das Licht des Wasserstoffs hinlänglich intensiv war, um die Absorption der übrigen Sonnenatmosphäre zu compensiren. Im

Innern der Flecken sieht man keine glänzende Linie. Die Linie C wird schwächer, oder verschwindet auch ganz, vorzüglich in der Gegend der Fackeln, welche einen Flecken umgeben. Auf der Sonnenfläche scheint man nie direct glänzende Linien beobachten zu können; aber das blose Verschwinden der Linie C reicht aus zum Nachweise einer Protuberanz."

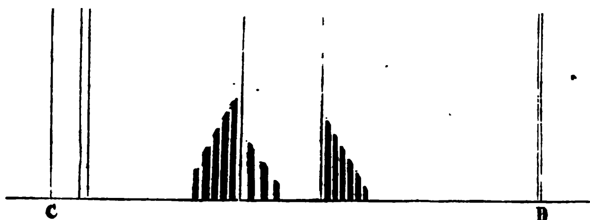
Auch Spoerer in Anclam ist durch Berechnung theils der von ihm in Indien angestellten Beobachtungen, theils der ihm von Heis mitgetheilten sehr zahlreichen Sonnenflecken-beobachtungen zu dem Resultate gelangt, daß zwischen Protuberanzen und Sonnenflecken ein Zusammenhang besteht. Diesen Berechnungen zufolge sind die Protuberanzen als Vorläufer von später erscheinenden Fleckengruppen zu betrachten.

In dem oben erwähnten, vom 27. Jauuar 1869 datirten Schreiben, in welchem Secchi von diesen Beobachtungen an die Pariser Akademie berichtet, giebt er auch eine vorläufige Mittheilung über eine andere Entdeckung. Er glaubt nämlich in der Nähe der Sonnenflecken Wasserdämpfe in der Sonne erkannt zu haben. Er schließt dieses aus dem Auftreten nebeliger Streifen im Sonnenspektrum, die denjenigen gleichen, welche sich beim Durchgange eines Cirrus durch das Gesichtsfeld des Spektroskopes zeigen. In der That ist auch schon vor einigen Jahren durch die Beobachtungen von Cooke und Janssen der Wasserdampf der Atmosphäre als die Ursache zahlreicher nebeliger Linien des Sonnenspektrums nachgewiesen worden (s. den 3. Bd. dieses Jahrb. S. 108 u. f.). Spätere Beobachtungeu Secchi's haben auch die Richtigkeit seiner ersten Wahrnehmungen bestätigt. Diese Beobachtungen wurden bei schönem Wetter mit einem Spektroskop von bedeutender Zerstreuungskraft angestellt. Indem Secchi mit diesem Instrumente die Umgebung von Sonnenflecken, namentlich die von kleinen Flecken gebildeten Schweife und die den größeren Flecken folgenden Fackeln untersuchte, sah er fast regelmäßig Reihen gleichweit von einander abstehender nebeliger Streifen, die ungefähr denjenigen gleichen, welche man bei tiefem Sonnenstande im Sonnenspektrum beobachtet. So regelmäßig traten diese Streifen bei heiterem Wetter in der Nähe größerer Flecken, in der Penumbra und in den Gruppen kleiner Flecken

auf, daß das Erscheinen derselben immer die Nähe eines Flecken verkündigte, selbst wenn dieser noch nicht im Gesichtsfelde des Fernrohres stand. Als einmal am 6. Januar dieselben Nebelstreifen sich zeigten, ohne daß ein Flecken in der Nähe war, ergab sich bei genauerer Betrachtung, daß ein Cirrus vor der Sonne stand. Im Innern der Kernflecken selbst nahm übrigens Secchi diese Nebellinien nicht wahr; auch gelang es ihm nicht, solche bei einigen sehr kleinen, aber sehr dunkeln Flecken zu beobachten.

Uebrigens traten diese Linien im Roth und Orange, zwischen den Fraunhoferschen Linien C und D auf, und zwar an zwei Stellen: bei der Linie, welche Van der Willigen mit 8, und bei derjenigen, welche derselbe Physiker mit 10 bezeichnet hat. Die beistehende Figur giebt den zwischen C und D gelegenen Theil des Sonnenspektrums mit einigen der von Van der Willigen mit Nummer 5 bis 14 bezeichneten dunkeln Linien. Die kurzen starken Linien deuten die von Secchi beobachteten nebeligen Streifen an, und zwar soll die verschiedene Länge dieser Linien die Verschiedenheit der Intensität derselben darstellen. Am leichtesten sichtbar sind die von der Linie 8 nach C hin liegenden Streifen.

Fig. 8.




Wir schließen hiermit unsern Bericht über diese Untersuchungen; dieselben sind noch nicht abgeschlossen und namentlich werden die Beobachtungen, welche Frankland und Lockyer, sowie Saint-Claire Deville über die Verbrennung der Gase unter hohem Drucke unternehmen, wahrscheinlich bald neue Momente zur Erklärung der Erscheinungen

in der Sonnenatmosphäre darbieten. Bis zur Veröffentlichung der Resultate dieser Arbeiten dürfte es nicht gerathen sein, eine eingehendere Theorie dieser Erscheinungen aufzustellen.

## Der Durchgang des Merkur durch die Sonne am 5. November 1868.

Die beiden unteren Planeten Merkur und Venus, welche der Sonne näher stehen als die Erde, kommen bei einem jeden Umlaufe um die Sonne einmal zwischen diese und die Erde zu stehen, oder sie treten, wie man sagt, in untere Conjunction mit der Sonne. Wenn nun diese Planeten in derselben Ebene, wie die Erde, sich um die Sonne bewegten, so würden wir bei der erwähnten Stellung den Planeten als dunkeln Flecken vor der Sonne erblicken, es würde ein sogenannter Durchgang des Planeten durch die Sonne stattfinden. Da aber Merkur und Venus sich nicht in der Ebene der Erdbahn bewegen, so wird ein solcher Durchgang nur dann stattfinden, wenn die untere Conjunction in der Nähe eines der beiden Knoten, d. h. eines der zwei Punkte stattfindet, in denen die Planetenbahn die Ebene der Erdbahn durchschneidet. Es ereignen sich daher diese Durchgänge verhältnißmäßig selten.

Was speciell den Merkur betrifft, so finden in jedem Jahrhunderte durchschnittlich dreizehn Durchgänge dieses Planeten statt, und es fallen dieselben bei der gegenwärtigen Lage seiner Bahn auf die Monate Mai und November. Für das laufende Jahrhundert fallen dieselben auf folgende Tage:

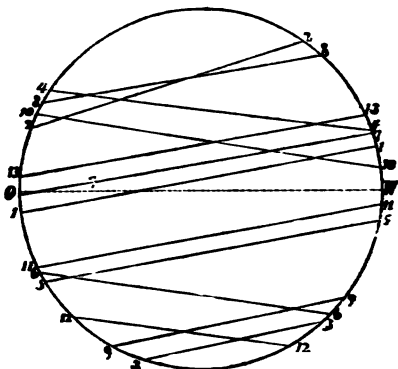
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1802 | Nov. | 9 | 6. | 1845 | Mai | 8 | 10. | 1878 | Mai | 6 |
| 2. | 1815 | „ | 12 | 7. | 1848 | Nov. | 9 | 11. | 1881 | Nov. | 9 |
| 3. | 1822 | „ | 5 | 8. | 1861 | „ | 12 | 12. | 1891 | Mai | 10 |
| 4. | 1832 | Mai | 8 | 9. | 1868 | „ | 5 | 13. | 1894 | Nov. | 10. |
| 5. | 1835 | Nov. | 7 | | | | | | | | |

Die folgende Figur giebt an, welche scheinbare Bahn der Planet bei jedem dieser Durchgänge vor der Sonnenscheibe beschreibt. Die beigesetzten Zahlen sind die Nummern obiger Tabelle. Als Standpunkt des Beobachters ist dabei der Erdmittelpunkt angenommen. Natürlich nimmt die Erscheinung für verschiedene Orte auf der Erdoberfläche einen verschiedenen Verlauf, die scheinbare Bahn des Planeten auf der Sonnenscheibe

sowie auch die Zeit des Eintrittes in dieselbe und die des Austrittes werden anders.

Im Alterthum sind keine Durchgänge der unteren Planeten durch die Sonne beobachtet worden. Was den Merkur anlangt, so ist derselbe auch seiner Kleinheit wegen mit bloßem Auge nicht vor der Sonnenscheibe wahrnehmbar. Gassendi war der Erste, welcher einen solchen Durchgang, und zwar am 7. November 1631 in Paris beobachtete. Dieser Durchgang war von Kepler nach den von ihm selbst entworfenen Tafeln des Merkur voraus berechnet worden. Seitdem sind diese Beobachtungen zahlreich wiederholt worden.

Fig 9.



Für den Astronomen haben diese Merkursdurchgänge ein zweifaches Interesse. Zunächst bietet die genaue Beobachtung der Momente, in denen der Planet den Rand der Sonnenscheibe (zuerst von außen, dann von innen, dann das zweite Mal von innen und das zweite Mal von außen) berührt und die Vergleichung der gefundenen Zeitwerthe mit den aus den Sonnen- und Merkurstafeln berechneten Werthen das beste Mittel zur Controle dieser Tafeln und zur Verbesserung derselben. Bekanntlich hat vor einem Jahrzehnt Leverrier genauere Untersuchungen über die Bewegung des Merkur angestellt und dabei namentlich die Beobachtungen früherer Durchgänge des Planeten einer Discussion unterworfen. Er fand dabei,

daß die Abweichungen zwischen den Beobachtungen dieser Erscheinungen und der Theorie durch eine säculäre Bewegung des Perihels des Planeten von 38 Sekunden erklärt werden können. Ueber den physischen Grund dieser Correction entspann sich im Jahre 1861 eine ziemlich lebhafte Discussion zwischen Leverrier und Delaunay. Letzterer wollte nämlich in jener Correction von 38 Sekunden eine reine empirische Berichtigung der älteren Theorie sehen, während Leverrier die Veranlassung zu derselben in einer im Innern der Merkursbahn befindlichen störenden Masse suchte. Als solche war er geneigt, entweder einen einzelnen Planeten von ungefähr derselben Masse wie Merkur, oder auch ein ringförmiges System kleiner planetarischer Körper anzunehmen. Die Erfahrung hat, wie bekannt, bis jetzt noch keine Entscheidung über diese Hypothese gebracht. Eine erste Gelegenheit zur Prüfung der neuen Merkurstheorie gab aber der Merkursdurchgang am 12. November 1861; die Vorausberechnungen nach den alten und den neuen Leverrier'schen Tafeln differirten hier um 3 Min. 14 Sek. Leider verhinderte der in fast ganz Europa trübe Himmel am 12. November ziemlich überall die Beobachtungen, zu denen man zahlreiche Vorbereitungen getroffen hatte. Nur sechs Beobachtungen gingen Leverrier zu, aus Rom (3), Altona (2) und Malta (1) und der Mittelwerth aus diesen wich nur um 4 Zeitsekunden von dem nach den neuen Tafeln berechneten Werthe ab, jedenfalls ein günstiges Zeugniß für die Zuverlässigkeit der Leverrier'schen Theorie.

Außerdem haben diese Vorübergänge des Merkur vor der Sonnenscheibe auch noch ein großes Interesse in Bezug auf die physische Beschaffenheit dieses Planeten. Zunächst geben dieselben Gelegenheit zur Messung des scheinbaren Durchmessers, sowol mittels mikrometrischer Methoden, als auch mittels der Zeit, welche zwischen dem äußeren und inneren Contact der Merkur- und der Sonnenscheibe verfließt. Dann erscheint die Hoffnung, eine etwa einigermaßen beträchtliche Abplattung des Planeten bei dieser Gelegenheit wahrzunehmen, nicht ungegründet. Ferner kann auch die Frage, ob der Merkur eine Atmosphäre hat oder nicht, hierbei mit entschieden werden. Zu der Annahme einer Atmosphäre hat bekanntlich die Beobachtung Veranlassung gegeben, daß der Planet, wenn er uns sichelförmig

der sich im Juliheft 1868 von Macmillan's Magazin findet. „Vor allen Dingen", heißt es dort, „hat sorgfältiges Nachsuchen mit dem Spektroskope rings um den Rand der Sonne keine hellen Linien erkennen lassen. Dies ist ein starker negativer Beweis dafür, daß sie (die Protuberanzen) nicht Massen glühender Dämpfe oder Gase sind." Die kurze Depesche Janssens, welche die gasige Natur der Protuberanzen behauptete, sowie die spektroskopischen Beobachtungen von Herschel, Tennant und Rayet bewogen Lockyer, seine Untersuchungen wieder aufzunehmen. Der Bericht von Rayet, dem die in Fig. 6 reproducirte Zeichnung beigegeben war, wurde am 12. October 1868 in der Pariser Akademie vorgetragen; in der Nacht vom 19. zum 20. October las Lockyer den Bericht über die Sitzung und als er am 20. October mit einem neuen Spektroskope den Sonnenrand untersuchte, gelang es ihm, helle Streifen (C, D, F) zu erkennen und damit die Existenz von Protuberanzen nachzuweisen, zu einer Zeit, als noch Niemand in Europa von der Janssen'schen Entdeckung Kunde hatte. Die Nachricht von der Auffindung der Protuberanzen durch Lockyer wurde durch Balfour Stewart in zwei Briefen, die vom 21. und 23. October datirt sind, Warren de la Rue mitgetheilt. Dieser übergab beide Briefe dem Präsidenten der Pariser Akademie, Delaunay, welcher sie am 22. und 24. empfing. Wenige Augenblicke nach Empfang des zweiten, verschiedene Details enthaltenden Briefes, wurde ihm auch das oben erwähnte, von Cocanada, 19. September, datirte Schreiben Janssen's eingehändigt. So kam es, daß in der Sitzung der Akademie am 26. October die Briefe Stewarts, welche Lockyer's Beobachtungen beschreiben, vor dem Janssen'schen Berichte vorgelesen wurden.

Nachdem die Beobachtungen von Janssen und Lockyer bekannt geworden, gelang es auch anderen Beobachtern, mit dem Spektroskope Protuberanzen am Sonnenrande zu erkennen. So entdeckte z. B. Tietjen in Berlin am 21. November zwei Protuberanzen, deren eine die scheinbare Höhe von einer Minute hatte, und schon vorher, am 4. November, hatte der Pater Secchi in Rom eine freischwebende, wolkenähnliche Protuberanz wahrgenommen.

Rücksichtlich derartiger Beobachtungen mag die Bemerkung hier Platz finden, daß es hauptsächlich die Wasserstofflinie C

ist, welche dabei deutlich leuchtend hervortritt; schwächer erscheint die Linie F. Außerdem nimmt man, entsprechend den von Rayet während der totalen Sonnenfinsterniß gemachten Beobachtungen, noch einige andere Linien wahr. Nach Secchi's Angaben sind dies hauptsächlich: eine Linie im Roth, dicht neben der Fraunhoferschen Linie B, nach C hin; eine andere in geringer Entfernung von D nach der Seite des Violett hin; eine im Grün zwischen den zwei starken Magnesiumlinien, endlich mehrere unter den Eisenlinien. Rayet's ursprüngliche Angabe, daß ein Paar der hellen Linien des Protuberanzenspektrums den hellen Linien B und D entsprechen, ist sonach nicht ganz genau, wie der genannte Astronom übrigens bald selbst bemerkt hat. Die in der Nähe von D gelegene, aber nicht dieser Natriumdoppellinie entsprechende helle Linie des Protuberanzenspektrums hat übrigens die bemerkenswerthe Eigenschaft, daß ihr, wie es scheint, keine direkte Linie des Sonnenspektrums entspricht. Die Möglichkeit, daß auch diese Linie dem Wasserstoff angehört, ist übrigens nicht unbedingt zurückzuweisen; denn wie später im physikalischen Theile dieses Buches zu erwähnen ist, kennen wir bereits drei verschiedene Spektra des Wasserstoffes, die bei verschiedenen Dichtigkeiten und Temperaturen auftreten, und es ist also wohl denkbar, daß bei besonders hohen Temperaturen noch andere Linien auftreten. Wie viele Linien im Spektrum einer Protuberanz sichtbar sind, das hängt natürlich einestheils von dem Glanze der Protuberanz selbst, anderntheils von der Beschaffenheit des Beobachtungsinstrumentes ab.

Die Beobachtungen des Sonnenrandes mit dem Spektroskope ergaben bald noch ein neues Resultat. Es stellte sich heraus, daß die ganze Sonne rings umgeben ist mit einer Hülle desselben Gases, welches die Protuberanzen bildet. Im Bezug hierauf schrieb Lockyer am 7. November 1868 an Warren de la Rue: „Ich habe wahrnehmen können, daß die Protuberanzen ganz einfach lokale Anhäufungen einer gasförmigen Hülle sind, welche die ganze Sonne umgiebt; denn rings um den Umfang des Sonnenkörpers nahm ich das den Protuberanzen eigenthümliche Spektrum wahr. Die Dicke dieser Schicht ist ungefähr 5000 (engl.) Meilen (8000 Kilometer); sie ist auffallend regelmäßig in ihrem ganzen Umfange. Am Pole, wie am Aequator nimmt das Spektroskop ihre Anwesenheit in merklich gleicher Entfernung

vom Sonnenrande wahr." Zu einem ähnlichen Resultate gelangte auch Secchi: „Ich habe zunächst nachgewiesen," so berichtet er in einem an die Pariser Akademie gerichteten Schreiben vom 30. November, „daß man rings um den Sonnenrand die Umkehrung der Wasserstofflinien beobachten kann, was auf eine Schicht schließen läßt, die in ihren schwächsten Stellen 15 Sekunden mächtig ist. Zieht man aber noch die Entfernung in Betracht, in welcher die Linie (C) aufhört schwarz zu erscheinen, ohne indessen leuchtend zu werden, so kann man die Mächtigkeit dieser die Sonne umhüllenden Wasserstoffschicht mindestens auf das Doppelte anschlagen." Diese letztere Bemerkung bezieht sich auf eine frühere Wahrnehmung von Secchi, daß nämlich unmittelbar am Sonnenrande die Wasserstofflinien, und zwar vorzüglich C, aufhören, als schwarze Linien zu erscheinen, daß man sich aber erst etwas vom Rande entfernen muß, wenn man sie umgekehrt, d. h. hell leuchtend erblicken will. Einer scheinbaren Höhe der Wasserstoffschicht von 15 Sekunden würde eine wirkliche Mächtigkeit von ungefähr 12000 Kilometer entsprechen.

Auch Janssen, welcher in Indien geblieben, um noch verschiedene physikalische Untersuchungen vorzunehmen, entdeckte in Simla im Himalaya im December die Existenz einer die Sonne umhüllenden, vorzugsweise, wenn nicht ganz aus Wasserstoffgas gebildeten Schicht, der er eine geringe Höhe und eine sehr ungleiche, stürmisch bewegte Oberfläche zuschreibt und welche seiner Meinung nach ein zusammenhängendes Ganze mit den Protuberanzen bildet. Eine vom 12. Januar 1869 datirte, an die Pariser Akademie gerichtete Depesche sagt: „Bestätigung der Existenz einer Wasserstoff-Atmosphäre rings um die Sonne. Beziehung zwischen der Anwesenheit von Flecken und den Protuberanzen." Die neue Thatsache, welche in dieser Depesche erwähnt wird, der Zusammenhang zwischen Protuberanzen und Sonnenflecken, ist auch von Secchi selbstständig aufgefunden worden. Am 4., 5. und 6. Januar bemerkte derselbe, wie er in einem Schreiben vom 27. Januar der Pariser Akademie meldet, „daß in der Nähe der Flecken die dunkle Linie C verschwand, was den Beweis liefert, daß das Licht des Wasserstoffs hinlänglich intensiv war, um die Absorption der übrigen Sonnenatmosphäre zu compensiren. Im

Innern der Flecken sieht man keine glänzende Linie. Die Linie C wird schwächer, oder verschwindet auch ganz, vorzüglich in der Gegend der Fackeln, welche einen Flecken umgeben. Auf der Sonnenfläche scheint man nie direct glänzende Linien beobachten zu können; aber das blose Verschwinden der Linie C reicht aus zum Nachweise einer Protuberanz."

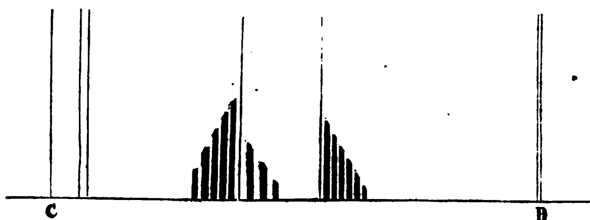
Auch Spoerer in Anclam ist durch Berechnung theils der von ihm in Indien angestellten Beobachtungen, theils der ihm von Heis mitgetheilten sehr zahlreichen Sonnenflecken-beobachtungen zu dem Resultate gelangt, daß zwischen Protuberanzen und Sonnenflecken ein Zusammenhang besteht. Diesen Berechnungen zufolge sind die Protuberanzen als Vorläufer von später erscheinenden Fleckengruppen zu betrachten.

In dem oben erwähnten, vom 27. Jauuar 1869 datirten Schreiben, in welchem Secchi von diesen Beobachtungen an die Pariser Akademie berichtet, giebt er auch eine vorläufige Mittheilung über eine andere Entdeckung. Er glaubt nämlich in der Nähe der Sonnenflecken Wasserdämpfe in der Sonne erkannt zu haben. Er schließt dieses aus dem Auftreten nebeliger Streifen im Sonnenspektrum, die denjenigen gleichen, welche sich beim Durchgange eines Cirrus durch das Gesichtsfeld des Spektroskopes zeigen. In der That ist auch schon vor einigen Jahren durch die Beobachtungen von Cooke und Janssen der Wasserdampf der Atmosphäre als die Ursache zahlreicher nebeliger Linien des Sonnenspektrums nachgewiesen worden (s. den 3. Bd. dieses Jahrb. S. 108 u. f.). Spätere Beobachtungeu Secchi's haben auch die Richtigkeit seiner ersten Wahrnehmungen bestätigt. Diese Beobachtungen wurden bei schönem Wetter mit einem Spektroskop von bedeutender Zerstreuungskraft angestellt. Indem Secchi mit diesem Instrumente die Umgebung von Sonnenflecken, namentlich die von kleinen Flecken gebildeten Schweife und die den größeren Flecken folgenden Fackeln untersuchte, sah er fast regelmäßig Reihen gleichweit von einander abstehender nebeliger Streifen, die ungefähr denjenigen gleichen, welche man bei tiefem Sonnenstande im Sonnenspektrum beobachtet. So regelmäßig traten diese Streifen bei heiterem Wetter in der Nähe größerer Flecken, in der Penumbra und in den Gruppen kleiner Flecken

auf, daß das Erscheinen derselben immer die Nähe eines Flecken verkündigte, selbst wenn dieser noch nicht im Gesichtsfelde des Fernrohres stand. Als einmal am 6. Januar dieselben Nebelstreifen sich zeigten, ohne daß ein Flecken in der Nähe war, ergab sich bei genauerer Betrachtung, daß ein Cirrus vor der Sonne stand. Im Innern der Kernflecken selbst nahm übrigens Secchi diese Nebellinien nicht wahr; auch gelang es ihm nicht, solche bei einigen sehr kleinen, aber sehr dunkeln Flecken zu beobachten.

Uebrigens traten diese Linien im Roth und Orange, zwischen den Fraunhoferschen Linien C und D auf, und zwar an zwei Stellen: bei der Linie, welche Van der Willigen mit 8, und bei derjenigen, welche derselbe Physiker mit 10 bezeichnet hat. Die beistehende Figur giebt den zwischen C und D gelegenen Theil des Sonnenspektrums mit einigen der von Van der Willigen mit Nummer 5 bis 14 bezeichneten dunkeln Linien. Die kurzen starken Linien deuten die von Secchi beobachteten nebeligen Streifen an, und zwar soll die verschiedene Länge dieser Linien die Verschiedenheit der Intensität derselben darstellen. Am leichtesten sichtbar sind die von der Linie 8 nach C hin liegenden Streifen.

Fig. 8.




Wir schließen hiermit unsern Bericht über diese Untersuchungen; dieselben sind noch nicht abgeschlossen und namentlich werden die Beobachtungen, welche Frankland und Lockyer, sowie Saint-Claire Deville über die Verbrennung der Gase unter hohem Drucke unternehmen, wahrscheinlich bald neue Momente zur Erklärung der Erscheinungen

in der Sonnenatmosphäre darbieten. Bis zur Veröffentlichung der Resultate dieser Arbeiten dürfte es nicht gerathen sein, eine eingehendere Theorie dieser Erscheinungen aufzustellen.

## Der Durchgang des Merkur durch die Sonne am 5. November 1868.

Die beiden unteren Planeten Merkur und Venus, welche der Sonne näher stehen als die Erde, kommen bei einem jeden Umlaufe um die Sonne einmal zwischen diese und die Erde zu stehen, oder sie treten, wie man sagt, in untere Conjunction mit der Sonne. Wenn nun diese Planeten in derselben Ebene, wie die Erde, sich um die Sonne bewegten, so würden wir bei der erwähnten Stellung den Planeten als dunkeln Flecken vor der Sonne erblicken, es würde ein sogenannter Durchgang des Planeten durch die Sonne stattfinden. Da aber Merkur und Venus sich nicht in der Ebene der Erdbahn bewegen, so wird ein solcher Durchgang nur dann stattfinden, wenn die untere Conjunction in der Nähe eines der beiden Knoten, d. h. eines der zwei Punkte stattfindet, in denen die Planetenbahn die Ebene der Erdbahn durchschneidet. Es ereignen sich daher diese Durchgänge verhältnißmäßig selten.

Was speciell den Merkur betrifft, so finden in jedem Jahrhunderte durchschnittlich dreizehn Durchgänge dieses Planeten statt, und es fallen dieselben bei der gegenwärtigen Lage seiner Bahn auf die Monate Mai und November. Für das laufende Jahrhundert fallen dieselben auf folgende Tage:

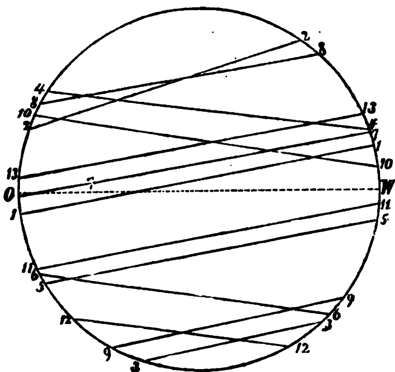
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1802 | Nov. | 9 | 6. | 1845 | Mai | 8 | 10. | 1878 | Mai | 6 |
| 2. | 1815 | " | 12 | 7. | 1848 | Nov. | 9 | 11. | 1881 | Nov. | 9 |
| 3. | 1822 | " | 5 | 8. | 1861 | " | 12 | 12. | 1891 | Mai | 10 |
| 4. | 1832 | Mai | 8 | 9. | 1868 | " | 5 | 13. | 1894 | Nov. | 10. |
| 5. | 1835 | Nov. | 7 | | | | | | | | |

Die folgende Figur giebt an, welche scheinbare Bahn der Planet bei jedem dieser Durchgänge vor der Sonnenscheibe beschreibt. Die beigesetzten Zahlen sind die Nummern obiger Tabelle. Als Standpunkt des Beobachters ist dabei der Erdmittelpunkt angenommen. Natürlich nimmt die Erscheinung für verschiedene Orte auf der Erdoberfläche einen verschiedenen Verlauf, die scheinbare Bahn des Planeten auf der Sonnenscheibe

sowie auch die Zeit des Eintrittes in dieselbe und die des Austrittes werden anders.

Im Alterthum sind keine Durchgänge der unteren Planeten durch die Sonne beobachtet worden. Was den Merkur anlangt, so ist derselbe auch seiner Kleinheit wegen mit bloßem Auge nicht vor der Sonnenscheibe wahrnehmbar. Gassendi war der Erste, welcher einen solchen Durchgang, und zwar am 7. November 1631 in Paris beobachtete. Dieser Durchgang war von Kepler nach den von ihm selbst entworfenen Tafeln des Merkur voraus berechnet worden. Seitdem sind diese Beobachtungen zahlreich wiederholt worden.

Fig 9.




Für den Astronomen haben diese Merkursdurchgänge ein zweifaches Interesse. Zunächst bietet die genaue Beobachtung der Momente, in denen der Planet den Rand der Sonnenscheibe (zuerst von außen, dann von innen, dann das zweite Mal von innen und das zweite Mal von außen) berührt und die Vergleichung der gefundenen Zeitwerthe mit den aus den Sonnen- und Merkurstafeln berechneten Werthen das beste Mittel zur Controle dieser Tafeln und zur Verbesserung derselben. Bekanntlich hat vor einem Jahrzehnt Leverrier genauere Untersuchungen über die Bewegung des Merkur angestellt und dabei namentlich die Beobachtungen früherer Durchgänge des Planeten einer Discussion unterworfen. Er fand dabei,

daß die Abweichungen zwischen den Beobachtungen dieser Erscheinungen und der Theorie durch eine säculäre Bewegung des Perihels des Planeten von 38 Sekunden erklärt werden können. Ueber den physischen Grund dieser Correction entspann sich im Jahre 1861 eine ziemlich lebhafte Discussion zwischen Leverrier und Delaunay. Letzterer wollte nämlich in jener Correction von 38 Sekunden eine reine empirische Berichtigung der älteren Theorie sehen, während Leverrier die Veranlassung zu derselben in einer im Innern der Merkursbahn befindlichen störenden Masse suchte. Als solche war er geneigt, entweder einen einzelnen Planeten von ungefähr derselben Masse wie Merkur, oder auch ein ringförmiges System kleiner planetarischer Körper anzunehmen. Die Erfahrung hat, wie bekannt, bis jetzt noch keine Entscheidung über diese Hypothese gebracht. Eine erste Gelegenheit zur Prüfung der neuen Merkurstheorie gab aber der Merkursdurchgang am 12. November 1861; die Vorausberechnungen nach den alten und den neuen Leverrier'schen Tafeln differirten hier um 3 Min. 14 Sek. Leider verhinderte der in fast ganz Europa trübe Himmel am 12. November ziemlich überall die Beobachtungen, zu denen man zahlreiche Vorbereitungen getroffen hatte. Nur sechs Beobachtungen gingen Leverrier zu, aus Rom (3), Altona (2) und Malta (1) und der Mittelwerth aus diesen wich nur um 4 Zeitsekunden von dem nach den neuen Tafeln berechneten Werthe ab, jedenfalls ein günstiges Zeugniß für die Zuverlässigkeit der Leverrier'schen Theorie.

Außerdem haben diese Vorübergänge des Merkur vor der Sonnenscheibe auch noch ein großes Interesse in Bezug auf die physische Beschaffenheit dieses Planeten. Zunächst geben dieselben Gelegenheit zur Messung des scheinbaren Durchmessers, sowol mittels mikrometrischer Methoden, als auch mittels der Zeit, welche zwischen dem äußeren und inneren Contact der Merkur- und der Sonnenscheibe verfließt. Dann erscheint die Hoffnung, eine etwa einigermaßen beträchtliche Abplattung des Planeten bei dieser Gelegenheit wahrzunehmen, nicht ungegründet. Ferner kann auch die Frage, ob der Merkur eine Atmosphäre hat oder nicht, hierbei mit entschieden werden. Zu der Annahme einer Atmosphäre hat bekanntlich die Beobachtung Veranlassung gegeben, daß der Planet, wenn er uns sichelförmig

beleuchtet erscheint, immer etwas weniger beleuchtet ist, als die Rechnung ergiebt, wenn bei dieser auf die Existenz einer Strahlen brechenden Atmosphäre keine Rücksicht genommen worden ist. Dazu kommt noch, daß die Grenze zwischen dem beleuchteten und dem dunkeln Theile der Merkursscheibe auch in guten Fernröhren undeutlich und verwaschen erscheint, was auf eine Dämmerung, ähnlich wie auf der Erde, und also ebenfalls auf eine Atmosphäre schließen läßt. Der Oberamtmann Schröter, welcher am Ende des vorigen und zu Anfange dieses Jahrhunderts in Lilienthal bei Bremen auf seiner Privatsternwarte sich vorzugsweise mit der Untersuchung der Oberflächen der Planeten und des Mondes beschäftigte, hat auch einige Theile des Merkur sich plötzlich aufhellen und wieder verdunkeln sehen, woraus er den Schluß zog, daß Wolken über dem Planeten schwebten, die wieder eine Atmosphäre voraussetzen. Die Existenz dieser Atmosphäre wollen endlich schon im vorigen Jahrhundert Lemonnier und Messier bei Vorübergängen des Merkur vor der Sonnenscheibe an der unbestimmten Begrenzung der Ränder des Planeten erkannt haben. Es würde dieses auf eine bedeutende Dichtigkeit der Atmosphäre schließen lassen. Freilich ist die Richtigkeit dieser Wahrnehmungen vielfach bezweifelt worden, und es giebt z. B. A. von Humboldt an, daß er bei dem von ihm in Peru beobachteten Merkursdurchgange von 1802 auf die Schärfe der Umrisse des Planeten während des Austrittes aus der Sonnenscheibe besonders aufmerksam gewesen sei, aber Nichts von einer Umhüllung bemerkt habe.

Endlich aber hatte der letzte Merkursdurchgang noch ein besonderes Interesse. Es ist bekannt, daß die Durchgänge der Venus nicht blos zur Lösung der eben erwähnten Probleme benutzt werden, sondern daß sie auch das vorzüglichste Mittel zur Bestimmung der Entfernung der Erde von der Sonne darbieten. Nun stehen uns in den Jahren 1874 und 1882 zwei Venusdurchgänge bevor und es ist zu erwarten, daß die Beobachtung derselben uns einen zuverlässigeren Werth für den Erdbahnhalbmesser geben werden, als wir zur Zeit besitzen. Soll aber diese Erwartung Bestätigung finden, so ist es nothwendig, daß die Bestimmung der Augenblicke, in denen die Berührungen der Venus mit der Sonnenscheibe erfolgen, mit der größten Genauigkeit vorgenommen werde. Der Merkursdurchgang vom

5. November bot nun eine erwünschte Gelegenheit dar, die Genauigkeit und Zuverlässigkeit derartiger Beobachtungen zu prüfen und die Umstände kennen zu lernen, welche störend auf dieselben einwirken. Es konnte somit die Beobachtung dieses Phänomens als eine gute Vorübung zu den Beobachtungen der bevorstehenden, ungleich wichtigeren Venusdurchgänge betrachtet werden.

Was nun die specielleren Umstände dieses Merkursdurchganges vom 5. November anlangt, so hatten sich nach Angabe des Bulletin hebdomataire de l'Association scientifique de la France aus den Leverrier'schen Tafeln folgende Zeitbestimmungen ergeben:

Eintritt des Merkur in die Sonnenscheibe:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Erste äußere Berührung . . | 5 Uhr | 34 Min. | 26,6 Sek. |
| Erste innere „ . . . . | 5 „ | 37 „ | 4,9 „ |

Austritt des Merkur aus der Sonnenscheibe:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Zweite innere Berührung . . . | 9 Uhr | 9 Min. | 19,2 Sek. |
| Zweite äußere „ . . . . | 9 „ | 11 „ | 57,6 „ |

Als Standpunkt des Beobachters ist dabei der Erdmittelpunkt gedacht; die Angaben sind in mittlerer Pariser Zeit gemacht.

Der Eintritt des Planeten in die Sonnenscheibe konnte im mittleren und westlichen Europa nicht beobachtet werden, weil die Sonne damals noch unterm Horizonte stand. Die Beobachtungen beschränkten sich daher auf den Austritt des Planeten. Von den beiden Berührungen, die beim Austritt stattfinden, ist die innere am schärfsten zu beobachten. Der Astronom kann den Planeten, wenn er als schwarzer runder Flecken über die Sonne wandert, verfolgen und sehen, wie die leuchtende Fläche zwischen dem Planeten und dem Sonnenrande immer schmaler wird und in eine glänzende Linie übergeht, die endlich im Momente der Berührung unterbrochen wird. Aeltere Beobachter geben nun an, daß diese Unterbrechung plötzlich erfolgt, indem die dunkle Scheibe des Planeten mit einem Male an der schwächsten Stelle der Lichtlinie sich über diese hin verlängert, so daß eine dunkle Brücke nach dem Sonnenrande hin gebildet wird, oder, um einen anderen Vergleich zu brauchen, es wird eine tropfenartige Verbindung zwischen dem Planeten und dem Son=

nenrande hergestellt, ähnlich wie zwischen einer Wasserfläche und einem dicht über ihr befindlichen, vom Wasser benetzten Körper.

Es ist nun bemerkenswerth, daß beim Durchgange des Merkur am 5. November einige Beobachter die erwähnte Erscheinung beobachtet haben, andere wieder nicht. So berichtet z. B. Leverrier, welcher in Longchamp-Marseille durch einen siebenzölligen Sucher beobachtete: „Ich wüßte die Erscheinung nicht besser zu beschreiben, als wenn ich sage, daß sich mit einem Male gleichsam eine schwarze Brücke bildete, welche an Breite dem vierten Theile des Planetendurchmessers gleich kam und deren dunkle Färbung sich bis auf den Hintergrund des Himmels hinaus, jenseits des Sonnenrandes, ausdehnte. Diese ganze Erscheinung hat für mich keine Ungewißheit von nur einer halben Sekunde Zeit gelassen.“ Dagegen erklärt Stephan, der an demselben Orte mit einem Foucault'schen Spiegelteleskope von 80 Centimeter Oeffnung beobachtete, daß er Nichts derart gesehen, aber dessen ungeachtet auch eine augenblickliche Unterbrechung des Lichtfadens beobachtet habe, und Wolf welcher auf der Pariser Sternwarte an einem Aequatorial mit versilbertem Objective beobachtete, schrieb an Leverrier: „Merkur hat den Sonnenrand berührt, indem der Lichtfaden allmälig dünner wurde, aber ohne das Phänomen des Tropfens zu zeigen.“

So wie der Anblick der Erscheinung für die verschiedenen Beobachter ein verschiedener war, so sind auch die von ihnen gefundenen Zeitbestimmungen ziemlich von einander abweichend. Beispielsweise mögen hier die Zeiten, welche in Paris, Dünkirchen und Marseille (Longchamp) für die zweite innere Berührung gefunden worden sind, reducirt auf Pariser Zeit und auf den Erdmittelpunkt, Platz finden.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Marseille . . . | Leverrier . . . | 9 U. | 9 M. | 18,2 S. |
| | Stephan . . . | 9 „ | 9 „ | 34,3 „ |
| Dünkirchen . . . | Terquem . . . | 9 „ | 9 „ | 19,0 „ |
| Paris . . . . | Rayet . . . | 9 „ | 9 „ | 17,6 „ |
| | André . . . | 9 „ | 9 „ | 25,5 „ |
| | Villarceau . . | 9 „ | 9 „ | 27,1 „ |
| | Wolf . . . . | 9 „ | 9 „ | 32,0 „ |
| | Bouquet de la Grye | 9 „ | 9 „ | 37,9 „ |

Zwischen den beiden Beobachtungen von Rayet (kaiserl. Sternwarte) und Bouquet de la Grye (Marine-Depot) ist, wie man sieht, eine Differenz von 20,3 Sekunden. Aehnliche Differenzen haben sich auch anderwärts eingestellt. So weichen z. B. die beiden extremsten Bestimmungen für denselben Contact auf der Sternwarte Pulkowa um 22 Sek. von einander ab.

Leverrier hat gleich nach der Vergleichung der Pariser und Marseiller Beobachtungen darauf hingewiesen, daß diese Abweichungen nicht auf irrthümliche Schätzungen des Momentes der Berührung zurückzuführen seien, sondern daß ihnen jedenfalls eine physikalische Ursache zu Grunde liege, welche zu ergründen und sorgfältig zu untersuchen sei. Es ist auch einleuchtend, daß ohne die Beseitigung dieser Ursache wenig Aussicht auf einen günstigen Erfolg der Beobachtungen der nächsten Venusdurchgänge vorhanden sein würde. Wolf und André haben sich bereits mit dieser Aufgabe beschäftigt und gefunden, daß die sogenannte Tropfenbildung ihren Grund in der Aberration des Objectivglases des Fernrohrs hat und um so mehr eintritt, je kleiner die Oeffnung des Instrumentes ist. In einer der Pariser Akademie Anfang 1869 übergebenen Abhandlung haben dieselben auch Vorschläge gemacht, wie diese Erscheinung und die darauf gegründeten Irrthümer bei dem nächsten Venusdurchgange zu vermeiden sind. Indessen ist hier nicht weiter darauf einzugehen.

Die Bestimmungen des scheinbaren Durchmessers des Merkur, welche verschiedene Beobachter am 5. November versucht haben, weichen ziemlich beträchtlich von einander ab. Wolf (Paris) fand 9",48, Ventosa (Madrid) 9",06, Dunér (Lund) 8",81, Stephan (Marseille) 7",8 ꝛc. Otto Struve giebt an, daß seine mikrometrischen Messungen des Durchmessers auf eine elliptische Form des Planeten zu deuten scheinen; es ergab sich nämlich aus 3 Messungen in Richtung des Declinationskreises der mittlere Werth 6",32, dagegen aus 3 Messungen in dazu senkrechter Richtung 7",36.

Das Aussehen des Merkur während des Vorüberganges vor der Sonnenscheibe zeigte den meisten Beobachtern keine Spur einer Atmosphäre. Fast Allen erschien der Planet als ein runder, schwarzer Fleck mit scharfen Grenzen. Liais, der

in Atalaïa in der Bucht von Rio de Janeiro bei außerordentlich klarer Witterung beobachtete, sagt ausdrücklich: „Während der ganzen Zeit, daß Merkur sich auf die Sonnenfläche projicirte, konnte ich selbst mit meiner stärksten Vergrößerung keine Spur eines Ringes erkennen. Seine Oberfläche erschien mir in einem gleichförmigen Schwarz und sein Umriß scharf begrenzt.“ In gleicher Weise versichert auch Leverrier, daß er ein sehr schwarzes, scharf begrenztes Bild des Planeten erhalten habe, „ohne jede Spur einer Art von Penumbra, welche manche Beobachter für die Wirkung einer den Merkur umgebenden Atmosphäre gehalten haben.“

Die Farbe des Merkur war bedeutend schwärzer, als die der Sonnenflecken. Secchi giebt an, daß er mittels graduirter Gläser die Schwärze des Merkur wenigstens viermal so groß, als die eines Sonnenfleckens gefunden habe. Liais macht noch darauf aufmerksam, daß im Allgemeinen die Sonnenflecken eine etwas röthliche Färbung zeigen, und daß in Folge dessen die Verschiedenheit der Intensität zwischen den Flecken am 5. November und der dunkeln Seite des Merkur etwas größer erschien, als sie wirklich war.

Auch der zweite untere Planet ist neuerdings Gegenstand bemerkenswerther Wahrnehmungen gewesen und wir müssen hier

**die Beobachtung von Flecken auf der Venus**

erwähnen, welche ein Engländer, John Browning, im vorigen Jahre gemacht hat. Als derselbe am Nachmittage des 15. März, gegen $\frac{1}{2}$5 Uhr, sein äquatorial montirtes, mit einem $10\frac{1}{4}$ zölligen Silberspiegel versehenes Teleskop auf die Venus richtete, sah er bei einer 185fachen Vergrößerung den Planeten schärfer begrenzt als sonst. Ungefähr $\frac{7}{10}$ der ganzen Scheibe waren beleuchtet und die Lichtabstufung erstreckte sich vom Schattenrande über $\frac{1}{3}$ der Scheibe. Besonders aber wurde die Aufmerksamkeit des Beobachters in Anspruch genommen durch einen länglichen weißen Nebelfleck von beträchtlichem Umfange, der weit heller leuchtete, als die übrige Fläche. Derselbe befand sich am Rande der Scheibe, volle 80° vom südlichen Horn des beleuchteten Theiles entfernt. Browning hielt diesen Flecken wegen seiner Aehnlichkeit mit gewissen Erscheinungen der Mars-

atmosphäre, die als Wolken erkannt worden sind, für eine Wolke in der Venusatmosphäre. In der That befand sich das Gebilde in einer solchen Stellung, daß es die größtmögliche Menge Licht von der Sonne empfangen konnte.

Für die wolkenähnliche Beschaffenheit dieser Erscheinung spricht auch der Umstand, daß es Browning zu anderer Zeit nicht möglich war, etwas Derartiges wahrzunehmen, trotzdem daß er 400fache Vergrößerung anwandte und das Bild des Planeten sehr klar erschien.

Schon früher hat übrigens With mit einem 12zölligen Reflector eine Partie heller Flecken in der Nähe des südlichen Randes, ungefähr 40° vom Schattenrande entfernt gesehen und auch Huggins hat kurz vor Browning in der Nähe des nördlichen Hornes am Schattenrande einen großen weißen Flecken beobachtet.

Diese hellen Flecken sind nicht zu verwechseln mit den dunkeln Flecken der Venus, welche zuerst von Dominic Cassini 1666 zur Bestimmung der Rotation des Planeten um seine Achse benutzt worden sind. Auf diese Flecken mag sich dagegen eine andere Beobachtung Browning's beziehen. Derselbe fand an der dem Schattenrande benachbarten, blos theilweise beleuchteten Zone Partien, welche mit den grauen Flächen des Mondes Aehnlichkeit hatten. Der ganze beschattete Theil des Planeten hatte überhaupt ein ähnliches Aussehen „wie der im dritten Viertel stehende Mond, wenn man ihn mit einem Opernglase von geringer Vergrößerung durch einen dicken Nebel betrachtet."

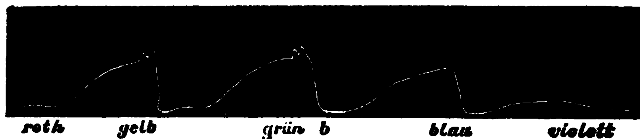
## Spektralbeobachtungen von Fixsternen.

Den Mittheilungen auf S. 24 u. f. des vorigen Jahrg. des Jahrb. über die drei Typen von Fixsternen, welche Pater Secchi auf Grund seiner spektroskopischen Untersuchungen unterschieden hat, muß an dieser Stelle noch ein kleiner Nachtrag folgen. Es hat nämlich Secchi neuerdings noch einen vierten Typus von Fixsternen nachgewiesen.

Das Hauptmerkmal dieses Typus ist ein aus drei hellen, durch dunkle Zwischenräume geschiedenen Streifen gebildetes Spektrum. Die hier folgende Figur zeigt in üblicher Weise die Lage und

Intensität dieser Streifen an; letztere, die Intensität, wird durch die Höhe der Curve repräsentirt. Wie man aus derselben ersieht, liegt der stärkste der hellen Streifen im Grün; der im Blau liegende Streifen ist oft schwer wahrnehmbar. Bei all diesen Streifen wächst die Lichtintensität allmälig nach der Seite des Violett hin, dort aber bricht sie plötzlich ab.

Fig. 10.




Dieser Typus kommt nur bei kleinen Sternen vor, welche die 6. Größe nicht überschreiten. Es ist daher nicht möglich, die hierher gehörigen Spektra mit einem mit Spaltöffnung versehenen Spektroskope zu erhalten, man muß sich vielmehr statt des Spaltes einer Cylinderlinse bedienen. In Folge dessen ist es aber nicht möglich, die Körper, welche die einzelnen Partien des Spektrums erzeugen, anzugeben.

Rücksichtlich des ersten Typus hat Secchi in letzterer Zeit noch eine Beobachtung gemacht, welcher seine ursprüngliche Vermuthung, daß der Wasserstoff einen wesentlichen Bestandtheil der Atmosphäre des Sternes dieses Typus ausmacht, bestätigt. Durch Vergleichung mit dem Spektrum einer mit reinem Wasserstoffgas gefüllten Geißler'schen Röhre fand er nämlich, daß vier dunkle Linien im Spektrum der Wega ($\alpha$ Lyrae) vollständig genau mit Linien des Wasserstoffes coincidiren. Daraus folgt einestheils, daß der Wasserstoff die Licht absorbirende Atmosphäre dieses Sternes bildet, anderntheils, daß der letztere keine Eigenbewegung besitzt, deren Geschwindigkeit in einem angebbaren Verhältnisse zur Lichtgeschwindigkeit steht.

Eine wesentlich andere Rolle scheint das Wasserstoffgas auf dem veränderlichen Sterne R in den Zwillingen (Rectasc. 6 St. 59 M. 22 S., Declin. 22° 54′) zu spielen. Nach den Berechnungen Schönfeld's erreichte dieser Stern im Februar dieses Jahres seine größte Helligkeit, etwa 6,5 Größe. Durch Schönfeld aufgefordert hat Secchi diesen Stern am 9., 10. und 11. Februar mit dem Spektroskop untersucht. Er fand

ihn von 8. Größe und von schön goldgelber Farbe. Das Spektrum zeigte die seltene Erscheinung einer hellen Wasserstofflinie. Es ist dieses das dritte Beispiel dieser Art, welches Secchi gefunden hat. Außerdem enthielt das Spektrum noch verschiedene helle, wenngleich schwächere Streifen, welche den dunkeln Streifen von $\alpha$ Orion entsprachen und zwischen b und D, in der Region des Magnesiums, lagen, deren genaue Bestimmung indessen nicht gelang. Die helle Wasserstofflinie dieses Spektrums scheint von glühendem Gas herzurühren, ähnlich wie dieses bei dem hellen Stern in der Krone 1866 der Fall war.

---

# II.

# Physik und Meteorologie.

## Molekularphysik.

Wir müssen an dieser Stelle nochmals auf einen Gegenstand zurückkommen, der uns schon in den beiden letzten Jahrgängen dieses Jahrbuchs beschäftigt hat, nämlich auf

### Graham's Untersuchungen über die Absorption von Wasserstoff durch Palladium.

Nachdem Th. Graham früher gezeigt, daß das metallische Palladium im Stande ist, nahezu das Tausendfache seines Volumens Wasserstoff zu absorbiren, hat er neuerdings untersucht, in wie weit die physikalischen Eigenschaften des Metalles durch einen bedeutenden Wasserstoffgehalt geändert werden. Die wesentlichsten Erscheinungen dieser Untersuchungen, wie sie Graham am 18. Januar d. J. der Pariser Akademie vorlegte, sind folgende.

Die Dichtigkeit des Palladiums wird merklich geringer, wenn dasselbe große Quantitäten Wasserstoff aufgeommen hat. Zur Ermittlung der Dichtigkeit kann man sich indessen nicht der gewöhnlichen Methode (Bestimmung des Gewichts des in Wasser getauchten Körpers) bedienen, weil aus dem Palladium unter Wasser fortwährend kleine Gasbläschen aufsteigen. Dagegen erleidet das Palladium eine so beträchtliche Volumvergrößerung bei der Aufnahme des Wasserstoffs, daß es leicht ist, dieselbe zu messen und die Dichtigkeit zu berechnen. Graham hat seine Versuche mit ver-

schiedenen Stücken eines geschmiedeten Palladiumdrahtes gemacht, dessen Durchmesser 0,462 Millimeter und dessen spec. Gewicht 12,38 betrug; die Ladung mit Wasserstoffgas erfolgte indem er die Drähte als negative Elektroden in einem gewöhnlichen, mit gesäuertem Wasser gefüllten Wasserzersetzungsapparate benutzte. Vor und nach der Absorption des Wasserstoffs wurde die Länge des Drahtes auf einer in 1/100 Zoll getheilten Skala bestimmt. Bei der Berechnung der Volumveränderung wurde eine gleichmäßige Ausdehnung des Drahtes nach Länge und Dicke vorausgesetzt. Nach der Messung der Ausdehnung wurde der Draht in einer engen Glasröhre erhitzt, die man mit einem Sprengel'schen Aspirator luftleer erhielt, das entweichende Gas aufgesammelt und sein Volumen bestimmt.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

In Spalte I. ist angegeben, wie viel Volumina Wasserstoff von einem Volumen Palladium absorbirt worden sind;

die Spalte II. giebt die ursprüngliche Länge des Palladiumdrahtes in Millimetern;

die Spalte III. die Länge desselben nach der Absorption des Gases an;

die Spalte IV. zeigt die Zunahme des Volumens des Drahtes an, das ursprüngliche Volumen = 100 gesetzt;

in der Spalte V. endlich ist das specifische Gewicht des Wasserstoffes angegeben, wie sich dasselbe ergiebt unter der Annahme, daß das Palladium selbst seine Dichtigkeit (12,38) nicht geändert hat und daß die Volumvergrößerung lediglich auf Rechnung des Wasserstoffes zu setzen ist.

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 329 | 496,189 | 498,552 | 1,435 | 2,055 |
| 2 | 462 | 493,040 | 496,520 | 2,133 | 1,930 |
| 3 | 487 | 370,358 | 373,126 | 2,260 | 1,927 |
| 4 | 745 | 505,538 | 511,303 | 3,460 | 1,917 |
| 5 | 867 | 488,976 | 495,656 | 4,159 | 1,898 |
| 6 | 888 | 556,185 | 563,652 | 4,052 | 1,977 |
| 7 | 936 | 609,144 | 618,923 | 4,908 | 1,708 |

Es ist hierbei zu beachten, daß, wenn man von dem letzten Versuche absieht, die für den Wasserstoff berechnete Dichtigkeit nahezu dieselbe ist für die verschiedenen Versuche.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt der Palladiumdraht, wenn ihm der Wasserstoff entzogen wird. Er zieht sich dann nicht blos einfach auf seine frühere Länge, sondern noch weiter zurück, und es entsteht eine dauernde Verkürzung, die ungefähr eben so groß ist, wie die Verlängerung, die er in Folge der Wasserstoffaufnahme erfuhr. Wiederholt man den Versuch mit demselben Drahte, indem man zur Austreibung des Gases gelinde Wärme (unter Rothgluth) im luftleeren Raume verwendet, und ihn dann wieder mit Wasserstoff auf die oben beschriebene Art ladet, so wiederholen sich auch die Verlängerungen und Verkürzungen, wenn auch in abnehmender Größe. Vier auf einander folgende Versuche mit dem oben (Nr. 7 der Tabelle) bereits aufgeführten Drahtstücke von 609,144 Millimeter Länge hatten folgende Ergebnisse:

| | Verlängerung. | Verkürzung. |
|---|---|---|
| 1. Versuch . . . | 9, 77 Millim. . . . | 9,70 Millim. |
| 2. " . . . | 5,765 " . . . | 6,20 " |
| 3. " . . . | 2, 35 " . . . | 3,14 " |
| 4. " . . . | 3,432 " . . . | 4,65 " |
| | | 23,99 Millim. |

Der Draht hatte also eine totale dauernde Contraction von 23,99 Millimeter oder 5,9 Proc. seiner ursprünglichen Länge erlitten. Dieselbe war aber nicht Folge einer allseitigen Zusammenziehung, denn als ein anderes Drahtstück durch wiederholte Versuche eine Verkürzung von 15 Proc. der ursprünglichen Länge erfahren hatte, war sein spec. Gewicht = 12,12; die Zusammenziehung findet also bei diesem Vorgange nur in der Länge statt.

Man bemerkt übrigens noch, daß bei geringerer Ausdehnung, d. h. bei Aufnahme eines geringeren Quantums Wasserstoff, die Zusammenziehung größer ist, als die Verlängerung.

Directe Versuche ergaben außerdem, daß die Zusammenziehung des Drahtes in seiner Längenrichtung nicht einfach eine Folge der beim Vertreiben des Wasserstoffes angewandten Erhitzung und der darauf folgenden Erkaltung war. Auch bedarf

es zum Austreiben des absorbirten Wasserstoffes nicht der Erhitzung, sondern man kann auch statt dessen den mit Wasserstoff geladenen Draht als positive Elektrode eines Wasserzersetzungsapparates anwenden. Ein derartiger Versuch, den Graham anstellte, ergab folgende Resultate.:

| | Länge. | Verlängerung. | Verkürzung. |
|---|---|---|---|
| Vor der Ladung | 443,25 Mm. | — | — |
| Mit Wasserstoff | 449,90 „ | 6,68 Mm. | — |
| Nach der Entladung | 437,31 „ | — | 5,94 Mm. |

Auch in diesem Falle also zeigte der Draht eine dauernde Verkürzung.

Wenn gleich ein Palladiumdraht durch die Verkürzung, welche mit dem Vertreiben des Wasserstoffes verbunden ist, eine wesentliche Aenderung seiner Dichtigkeit nicht erleidet, so geht doch jedenfalls in ihm ein bedeutender Wechsel in der Gruppirung der Atome vor. Dieses zeigt sich besonders darin, daß er mehr und mehr die Absorptionsfähigkeit für Wasserstoffgas verliert. Ein Draht, welcher schon sechs Versuchen unterworfen worden war, wurde mehrere Stunden der Wirkung des Wasserstoffgases ausgesetzt, vermochte aber nicht mehr als 330,5 Vol. zu absorbiren, d. i. nur etwa den dritten Theil der größten Menge, die er überhaupt, so viel bekannt, aufnehmen kann.

Starke Erhitzung vergrößert das Absorptionsvermögen. Nachdem man denselben Draht durch einen elektrischen Strom in starke Rothgluth versetzt hatte, absorbirte er 425 Vol. Gas.

Die Zähigkeit des Palladiums wird durch die Aufnahme von Wasserstoff ebenfalls vermindert. Zwei Versuche mit einem Palladiumdrahte, von welchem 100 Millim. ein Gewicht von 198,7 Milligr. hatten, ergaben, daß derselbe durch ein Gewicht von 10 und beziehentlich 11,17 Kilogr. zerrissen wurde; nachdem er aber vollständig mit Wasserstoff gesättigt worden war, zerriß er schon bei 8,18 und 8,27 Kilogr. Belastung. Setzt man die Zähigkeit des reinen Palladiums = 100, so ist also diejenige des mit Wasserstoff gesättigten = 81,29.

Versuche über die Leitungsfähigkeit für Elektricität, welche Becker angestellt hat, haben gezeigt, daß diese

Fähigkeit sich ebenfalls vermindert, wenn das Palladium Wasserstoff enthält. Setzt man die Leitungsfähigkeit des Kupfers = 100, so ist diejenige

| | | |
|---|---|---|
| des reinen Palladiums | . . | 6,93 |
| des mit Wasserstoff gesättigten | . | 5,99; |

durch den Wasserstoffgehalt ist also die Leitungsfähigkeit um 25 Proc. vermindert.

Endlich hat Graham auch noch gefunden, daß durch die Aufnahme von Wasserstoff der Magnetismus des Palladiums verstärkt wird.

Zu diesen Versuchen wurde ein hufeisenförmiger Elektromagnet von 60 Kilogr. Tragkraft verwendet. Jeder der beiden nach oben gerichteten Pole desselben trug einen kleinen Würfel aus weichem Eisen, dessen nach innen gekehrte Seite zugespitzt war. Zwischen diesen beiden Spitzen wurde das Palladium in einem Papierschiffchen, das an drei Coconfäden von drei Decimeter Länge hing, schwebend erhalten. Das Ganze befand sich unter einer Glasglocke. Ein am Papierschiffchen befestigter Glasfaden bewegte sich als Zeiger auf einem auf der Innenwand der Glasglocke angeklebten, in Grade getheilten Kreise. Das Palladium, ein auf elektrischem Wege abgesetztes, rechteckiges Stück von etwa 8 Millimeter Länge und 3 Millimeter Breite, wurde in äquatorialer Richtung, d. h. so, daß seine Enden gleichweit von den beiden Polspitzen entfernt waren, zur Ruhe gebracht, worauf man den elektrischen Strom durch die Windungen des Elektromagneten sandte. Es erfolgte nur ein geringer Ausschlag von 10°, entsprechend der Angabe Faraday's, daß das Palladium nur schwach magnetisch ist.

Als man aber das Palladium mit 604,6 Raumtheilen Wasserstoff geladen hatte, ergab sich ein Ausschlag von 48°.

Um die Wirkung des Wasserstoffgases mit derjenigen anderer magnetischer Körper vergleichen zu können, benetzte Graham das Palladium mit Nickel- und Eisenoxydullösung. Bekanntlich sind nicht blos Eisen, Nickel und Kobalt im metallischen Zustande magnetisch, sondern auch ihre Salze haben — mit Ausnahme des Ferrocyankaliums — diese Eigenschaft, und Körper, welche mit Lösungen solcher Salze benetzt sind, stellen sich zwischen den Magnetpolen axial, d. h. in Richtung der Verbindungslinie

der beiden Pole. Die Benetzung mit schwefelsaurem Nickeloxyd von 1,082 spec. Gewicht bewirkte einen Ausschlag von 35°; die Benetzung mit schwefelsaurem Eisenoxydul von 1,048 spec. Gewicht gab 50°, also etwa ebensoviel wie das mit Wasserstoff imprägnirte Metall; bei Anwendung einer Eisenvitriollösung von der Dichtigkeit 1,7 endlich stellte sich das Palladium axial.

Palladium in Form von Draht oder dünnem Blech zeigte in demselben Apparate, dessen Empfindlichkeit nur mittelmäßig war, keine Spur von Magnetismus. Nach der Aufnahme von Wasserstoff aber ergab sich ein Ausschlag von 20°.

Ganz ebenso zeigte Palladium, welches sich aus einer Cyanürlösung abgesetzt hatte, oder welches mit unterphosphoriger Säure gefällt worden war, keinen Magnetismus; wohl aber wurde derselbe wahrgenommen, wenn das Metall Wasserstoff aufgenommen hatte.

Der Wasserstoff, in der Form, wie er in dem Palladium sich befindet, zeigt also ein entschieden magnetisches Verhalten, während dieses bei dem freien Wasserstoffgase nicht der Fall ist.

Graham hat nun aus seinen Untersuchungen den Schluß gezogen, daß der Wasserstoff in dem Palladium in metallischem Zustande enthalten sei. Auf diese Ansicht, sowie auf das eigenthümliche chemische Verhalten dieses „metallischen Wasserstoffes" wird im chemischen Theile dieses Buches näher eingegangen werden.

---

# Akustik.

Auf diesem Gebiete der Physik treten uns zunächst sehr umfangreiche

**neue Untersuchungen über die Fortpflanzung der Schallwellen in der Luft**

entgegen, welche in den letzten Jahren von dem Akademiker Henri Victor Regnault in Paris und von Aug. Kundt, damals in Berlin (jetzt in Zürich), angestellt worden sind.

Beide Physiker haben sich bei diesen Untersuchungen vorzugsweise mit der Fortpflanzung des Schalles in Röh-

ren beschäftigt; doch hat Regnault auch über die Schallbewegung in freier Luft eine Reihe von Versuchen angestellt, die wir später kurz erwähnen wollen.

Die von Regnault und Kundt angewandten Methoden sind durchaus verschieden. Der Erstere hat direct die Zeit gemessen, in welcher der Schall sehr lange Röhrenleitungen durchläuft, der Letztere hat sich eines indirecten Verfahrens bedient.

Regnault benutzte zu seinen Beobachtungen verschiedene Gas- und Wasserleitungsröhren in Paris und der Umgegend, nämlich die 566,7 Meter lange und 0,108 Meter weite Gasleitung von Ivry, das 0,30 Meter weite und 1905 Meter lange Rohr der Wasserleitung Saint Michel, die eben so weite Leitung des großen Siphons von Villemonble, eine 0,216 Meter weite Leitung an der Straße von Choisy le Roi und eine kleine im Hofe des Collége de France in Paris aufgestellte Leitung von 70,5 Meter Länge.

Zur Erregung des Schalles diente in der Regel ein Pistol, das mit einer bestimmten Pulvermenge geladen und in die Röhre abgefeuert wurde. Die vordere Mündung der letzteren war durch ein Eisenblech geschlossen, welches in seiner Mitte eine runde Oeffnung hatte, in welche die Mündung des Pistoles genau paßte. Das andere Röhrenende wurde durch eine dünne Kautschukmembran geschlossen, welche von den ankommenden Schallwellen in Schwingungen versetzt wurde.

Um nun die Zeit genau zu messen, welche die Schallwelle gebrauchte, um die ganze Länge der Röhrenleitung zu durchlaufen, war in der Nähe des Anfangs der Röhre ein Chronograph aufgestellt, welcher auf einem sich stetig abwickelnden berußten Papierstreifen 1. die Schwingungen eines Sekundenpendels, 2. die Schwingungen einer Stimmgabel, welche 100 Schwingungen in der Sekunde machte, und 3. den Moment des Abganges der Schallwelle und denjenigen ihrer Ankunft am andern Röhrenende aufzeichnete. Ueber die Einrichtung dieses von König gefertigten Chronographen ist schon im vorigen Jahrg. dieses Jahrbuches (S. 72) das Nöthigste gesagt worden. Zur Bewegung des Schreibstiftes, welcher Abgang und Ankunft der Schallwelle notirte, diente die Unterbrechung und Wiederschließung des elektrischen Stromes einer an der Abgangsstation aufgestellten

galvanischen Säule. Der eine Pol derselben war mit der Erde verbunden, vom anderen Pole aus aber ging ein Telegraphendraht, der längs der Röhre bis ans Ende derselben hinlief, wo er, gerade vor der Mitte der die Röhre schließenden Membran, in eine stumpfe Spitze endete. Dieser gegenüber war auf der Membran eine durch einen elastischen Draht mit der Erde leitend verbundene Platinplatte angebracht. Diese Platte und das Ende des Telegraphendrahtes berührten sich nicht, aber der Contact wurde sofort hergestellt, wenn die Membran durch die ankommende Schallwelle in Schwingungen versetzt wurde. In diesem Augenblicke wurde also der Strom geschlossen.

Die Schließung des Stromes konnte aber noch auf eine andere Art geschehen. Vor der Mündung des Pistolel nämlich, welches man in die Röhre hinein an ihrem vorderen Ende abfeuerte, war ein feiner Stahldraht ausgespannt, von dem das eine Ende mit der Erde, das andere mit dem erwähnten Telegraphendrahte verbunden war. So lange der Stahldraht unverletzt war, ging der Strom der galvanischen Kette durch ihn.

Um nun einen Versuch zu machen, setzte man zuerst den Chronographen in Thätigkeit; der erste Schreibstift markirte ganze Sekunden, der zweite, mit der schwingenden Stimmgabel verbunden, gleich daneben die Hundertstel, der dritte Stift endlich, geführt durch den vor der Mündung des Pistoles vorbeicirkulirenden Strom, gab einen continuirlichen Strich. Jetzt wurde das Pistol abgefeuert und der vor der Mündung desselben ausgespannte Draht dadurch zerrissen, der Strom unterbrochen. In Folge dessen ging der dritte Schreibstift zur Seite, die von ihm gezogene Linie wurde unterbrochen. Diese Unterbrechung dauerte so lange, als die Schallwelle in der Röhre unterwegs war. Sobald sie aber am anderen Ende ankam und die Membran in Schwingungen versetzte, wurde der Strom wieder hergestellt und der dritte Schreibstift ging in seine Anfangslage zurück. Die Notirungen der drei Stifte ermöglichten dann eine genaue Bestimmung der Zeit, welche die Schallwelle zum Durchlaufen der Röhre gebraucht hatte.

Bei sehr vielen Versuchen wurde gleich nach dem Abfeuern des Pistoles die Blechscheibe, welche die Mündung des vorderen Röhrenendes schloß, entfernt und eine Membran von derselben Beschaffenheit und Ausrüstung, wie die am anderen Ende befind-

liche, an ihre Stelle gesetzt. Dadurch wurde es möglich, auch den Moment der Zurückkunft des Schalles nach dem vorderen Ende zu beobachten und in vielen Fällen konnte ein mehrmaliges Hin- und Hergehen der Schallwelle beobachtet werden. An der sehr weiten Leitung des Siphon von Villemonble konnte eine 10 malige Rückkehr der Welle wahrgenommen werden, was eine Weglänge von fast 100 Kilometer giebt; aufgezeichnet wurden allerdings nur sechs Retourgänge, entsprechend 58641 Metern Weges, weil das telegraphische Papier von 27 Meter Länge nicht weiter reichte.

Außer den durch Pistolenschüsse erregten Schallwellen hat Regnault auch noch bei seinen Experimenten Luftwellen angewandt, die durch Einströmen einer kleinen Quantität comprimirter Luft in die Röhre oder auch durch plötzliches Schließen der letzteren mittels einer von einem Kolben gestoßenen Scheibe erregt wurden.

Die Resultate dieser Versuche werden im 37. Bande der Memoiren der Pariser Akademie veröffentlicht werden; was im Folgenden darüber mitgetheilt wird, ist dem vorläufigen Berichte entnommen, welchen Regnault der Akademie in der Sitzung vom 3. Februar 1868 erstattet hat.

Der erste Gegenstand der Untersuchung war die Aenderung der Intensität des Schalles bei weiterem Fortschreiten der Welle. Die Versuche zeigten, daß die Intensität der Schallwelle mit ihrem weiteren Fortschreiten stetig abnimmt, und daß diese Abnahme um so rascher erfolgt, je enger die Röhre ist.

Regnault feuerte Pistolenschüsse von 1 Gramm Pulverladung ab und suchte dann zunächst die Weglänge zu bestimmen, nach deren Durchlaufung die Welle keinen Eindruck mehr auf das Ohr hervorbringt. Zu dem Ende untersuchte er zunächst, ob der Schall am anderen Ende hörbar sei; war dieses der Fall, so wurde dieses Ende mit einer Blechtafel verschlossen und er versuchte nun den Schall nach seiner Zurückwerfung am ersten Ende zu hören. In der großen Leitung des Canales Saint Michel gelang es, den Schall selbst nach einer dreimaligen Reflexion vom hinteren Ende der Röhre am vorderen Ende noch zu hören. Als Ergebniß stellte sich heraus, daß der Schall eines Pistolenschusses von 1 Gramm Pulverladung auf-

hört hörbar zu sein nach Durchlaufung eines Weges von

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1150 | Meter | in | einer | Röhre | von | 0,108 | Meter | Durchmesser |
| 3810 | „ | „ | „ | „ | „ | 0,300 | „ | „ |
| 9540 | „ | „ | „ | „ | „ | 1,100 | „ | „ |

Man sieht, daß diese Wege ungefähr proportional sind den Röhrendurchmessern; übrigens sind dieselben durch die Reflexion der Schallwellen jedenfalls beträchtlich verkürzt worden.

Ferner untersuchte Regnault, wie groß der Weg ist, nach dessen Durchlaufung die Schallwelle so weit geschwächt ist, daß sie die oben erwähnten Membranen nicht mehr in schwingende Bewegung zu setzen vermag. Diese Wege sind viel größer, als die eben erwähnten, und zwar bei derselben Pulverladung von 1 Gramm:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4056 | Meter | in | einer | Röhre | von | 0,108 | Meter | Durchm. |
| 11430 | „ | „ | „ | „ | „ | 0,300 | „ | „ |
| 19851 | „ | „ | „ | „ | „ | 1,100 | „ | „ |

Bei einer Pulverladung von 2,4 Gramm vermochte die Welle die Membran noch zu bewegen, als sie in der 1,10 Meter weiten Leitung des Siphons von Villemonble zum 10ten Male nach der Anfangsstelle zurückkehrte und 97735 Meter Weg zurückgelegt hatte.

Die Ursache dieser Intensitätsverminderung sucht Regnault hauptsächlich in dem Umstande, daß ein großer Theil der lebendigen Kraft der Welle an die Röhrenwandung abgegeben wird und von da nach außen geht, weshalb man auch den Schall auf der Außenseite der Röhre wahrnimmt. Dieß war besonders merkbar in dem Canale Saint Michel, dessen 1,1 Meter weite Röhren in einer weiten gewölbten Gallerie auf gußeisernen Säulen ruhen; hier hörte man allemal beim ersten Durchgange der Schallwelle durch die Röhre einen deutlichen Schall.

Außerdem glaubt Regnault den Röhrenwandungen noch eine andere Wirkung zuschreiben müssen, die wir genauer beschreiben werden.

Zweitens hat Regnault aus seinen Versuchen das Resultat abgeleitet daß mit abnehmender Intensität der Schallwelle auch ihre Geschwindigkeit abnimmt.

Im nachstehenden sind einige Ergebnisse der auf diesen Satz bezüglichen Versuche angegeben. Dieselben verstehen sich für trockene Luft von 0° C.; die einzelnen Wellen wurden bei diesen Versuchen so lange verfolgt, bis sie die Membranen nicht mehr erregten.

Leitung von Ivry. 0,108 Meter Durchmesser.

| Pulverladung | Durchlaufener Weg | Mittlere Geschwindigkeit. |
|---|---|---|
| 0,3 Gr. | 566,74 M. | 330,99 M. |
| | 1133,48 „ | 328,77 „ |
| | 1700,22 „ | 328,21 „ |
| | 2266,96 „ | 327,04 „ |
| | 2833,70 „ | 327,52 „ |
| 0,4 „ | 1351,95 „ | 329,95 „ |
| | 2703,00 „ | 328,20 „ |
| | 4055,85 „ | 326,77 „ |
| | 5407,80 „ | 323,34 „ ? |

Leitung Saint Michel 1,1 Meter Durchmesser.

| Pulverladung | Durchlaufener Weg | Mittlere Geschwindigkeit. |
|---|---|---|
| 1 Gr. | 749,1 M. | 334,16 M |
| | 920,1 „ | 333,20 „ |
| | 1417,9 „ | 332,50 „ |
| | 2835,8 „ | 331,72 „ |
| | 5671,8 „ | 331,24 „ |
| | 8507,7 „ | 330,87 „ |
| | 11343,6 „ | 330,68 „ |
| | 14179,5 „ | 330,56 „ |
| | 17015,4 „ | 330,50 „ |
| | 19851,3 „ | 330,52 „ |

Aus diesen Versuchsreihen ergiebt sich deutlich, daß mit weiterem Fortschreiten der Welle, also mit abnehmender Intensität, auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit geringer wird.

Nicht minder erhellt auch aus Vergleichung der Geschwindigkeiten, die sich in der Leitung von Ivry bei 0,3 und bei 0,4 Gr. Pulverladung ergaben, daß mit der Pulverladung, und also mit der Intensität der Schwingungen, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit zunimmt.

Bisher hat man gewöhnlich angenommen, daß die Intensität der Schwingungen auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit derselben keinen Einfluß ausübte. Auch mag gleich im Voraus erwähnt werden, daß bei den Versuchen von Kundt sich kein solcher Einfluß hat nachweisen lassen. Indessen hat doch schon vor einem Jahrzehnt Earnshaw eine Theorie veröffentlicht (Reports of the British Association, 1858), der zufolge die Geschwindigkeit eines intensiven Schalles größer sein soll, als die eines schwachen. Zum Beweise seiner Theorie stützt sich derselbe auf die ihm von James Roß mitgetheilte Thatsache, daß bei den Versuchen, welche Capitän Parry in den Polarregionen anstellte, um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des

Schalles bei sehr tiefen Temperaturen zu messen, die Schüsse einer 4 Kilometer entfernten Kanone beständig früher gehört wurden, als die Commandorufe.

Daß die Abnahme der Geschwindigkeit in engeren Röhren rascher von statten geht, als in weiten, ergiebt sich noch deutlicher als aus den vorstehenden Zahlen aus den mittleren Grenzgeschwindigkeiten, d. h. aus den Geschwindigkeiten, welche den Wellen zukommen, wenn sie soweit geschwächt sind, daß sie die Membranen eben noch bewegen. Regnault fand diese Grenzgeschwindigkeit

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in | der | 0,108 | Meter | weiten | Röhre | = 326,66 | Meter, |
| „ | „ | 0,300 | „ | „ | „ | = 328,96 | „ |
| „ | „ | 1,100 | „ | „ | „ | = 330,52 | „ |

Die von den Wellen durchlaufenen Wege waren beziehentlich 4055,9 M., 15240 M. und 19851,3 M.

„Bei diesen Versuchen," sagt Regnault, „wurde die Welle von derselben Pulverladung erzeugt; die Membranen waren dieselben, besaßen also gleiche Empfindlichkeit, mit anderen Worten: sie mußten bei allen drei Röhren aufhören, die Wellen anzuzeigen, wenn diese auf denselben niedrigen Intensitätsgrad herabgegangen waren. Wenn daher die Verlangsamung der Wellen ihren Grund ausschließlich in dem Verluste von lebendiger Kraft durch die Wandungen der Röhren hindurch hätte, so müßte die mittlere Grenzgeschwindigkeit in allen drei Rohrleitungen dieselbe sein, weil die Wellen sowol bei ihrem Abgange, als auch in dem Momente, in welchem sie zuletzt bemerkbar sind, dieselbe Intensität besaßen. Diese Geschwindigkeiten waren aber ganz im Gegentheil sehr verschieden und man muß hieraus den Schluß ziehen, daß die Wandungen der Röhren noch einen anderen Einfluß auf die von ihnen eingeschlossene Luft ausüben, als den bereits besprochenen, einen Einfluß, der die Elasticität der Luft merklich vermindert, ohne ihre Dichtigkeit zu ändern. In Folge dieses Einflusses wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Welle von gleicher Intensität in einer gradlinigen Welle um so kleiner, je kleiner der Durchmesser derselben ist. Wahrscheinlich ist auch die Beschaffenheit der Wand, ihre größere oder geringere Glätte von Einfluß auf die Erscheinung. Zum Belege erinnere ich an eine That-

sache. In den Pariser Canälen mit großem Querschnitt signalisirt man den Arbeitern mit dem Schall einer Trompete; man hat nun erkannt, daß das Signal ohne Vergleich weiter trägt in den Galerien, deren Wände mit einem sehr glatten Cement bedeckt sind, als in denen, wo sie aus rauhen Mauersteinen gebildet werden."

Diese Wirkung der Wände nimmt natürlich ab, wenn die Röhren weiter werden, und schon bei 1,1 Meter Durchmesser dürfte wenig merkbar sein, so daß es erlaubt scheint, diese Röhren mit der freien Luft zu vergleichen. Aus sehr zahlreichen und gut übereinstimmenden Beobachtungen in solchen Röhren hat nun Regnault das Resultat abgeleitet, daß in trockener Luft von 0° die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer durch einen Pistolenschuß erzeugten Welle, gerechnet von der Mündung der Waffe bis zu dem Momente, wo sie soweit geschwächt ist, daß sie die empfindlichsten Membranen nicht mehr zu bewegen vermochte, 330,6 Meter beträgt. Von diesem Werthe war die kleinste Fortpflanzungsgeschwindigkeit welche der Welle in ihrem schwächsten Stadium zukam, nämlich 330,3 Meter, nur wenig verschieden.

In Röhren mit kleinerem Durchmesser ist die Minimalgeschwindigkeit geringer.

Drittens hat Regnault bei Wellen, welche durch Einströmen comprimirter Luft, oder durch rasches Schließen der Röhre mittels einer durch einen Kolben bewegten Scheibe erregt worden waren, dieselben Gesetze beobachtet, wie bei den durch Pistolenschüsse erregten Wellen. Der geringeren Intensität dieser ersteren Wellen entsprechend war aber auch ihre mittlere Geschwindigkeit eine geringere. So war z. B. in der 1,1 Meter weiten Leitung von Villemonble die mittlere Geschwindigkeit für eine mittels des Kolbens erzeugte Welle auf einer Wegstrecke von 9773,5 Meter blos 332,56 Meter, während sie für einen Pistolenschuß 333,11 Meter betrug; aber die letztere Welle kehrte auch immer mehrmals, die erstere nicht ein einziges Mal zu ihrem Ausgangspunkte zurück.

Viertens wurde unter Assistenz von König eine Reihe höchst interessanter Versuche über die Fortpflanzung des Schalles der menschlichen Stimme und verschiedener musikalischer In-

strumente angestellt, über welche zur Zeit weiter nichts Genaueres veröffentlicht worden ist. Einer von Radau gegebenen Notiz zufolge blies man „z. B. mittels eines gemeinsamen Mundstückes zwei Trompeten an, welche verschiedene Klänge gaben; der tiefere Klang wurde zuerst gehört. Der Grundton einer Trompete kam zum Ohr vor den Obertönen, welche sich in der Reihenfolge ihrer Höhe folgten. Die Beobachtungen wurden mittels eines Systemes von Resonatoren angestellt, die in eine einzige Röhre einmündeten."

Es mag gleich im Voraus aufmerksam gemacht werden auf das dem obigen widersprechende, auch durch die theoretischen Untersuchungen von Helmholtz und Kirchhoff bestätigte Ergebniß der Kundt'schen Experimente, wonach mit abnehmender Wellenlänge, also mit zunehmender Höhe, die Verlangsamung, welche der Schall in engen Röhren erleitet, abnimmt.

Fünftens unternahm Regnault eine Reihe von Versuchen, um den Einfluß des Barometerstandes auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft zu prüfen. In der von Laplace gegebenen Formel kommt der Barometerstand nicht vor, und die Versuche, welche Stampfer und Myrbach im Jahre 1822 in Tyrol zwischen zwei Stationen mit 1364 Meter Niveaudifferenz anstellten, sowie auch die von Bravais und Martens 1844 in der Schweiz zwischen dem Brienzer See und dem Faulhorn (2079 Meter Niveauunterschied) unternommenen Beobachtungen haben in der That keinen Einfluß des Barometerstandes auf die Schallgeschwindigkeit erkennen lassen. Da indessen bei diesen Versuchen die Barometerstände an den beiden Stationen nicht allzusehr von einander differirten, so ließ sich ein sicherer Schluß auf die Richtigkeit des Satzes, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft vom Barometerstande unabhängig ist, aus ihnen nicht ziehen. Durch die Versuche Regnault's hat aber dieses Gesetz eine neue Stütze erhalten. Es wurden diese Versuche angestellt theils in der 567,4 Meter langen Röhrenleitung der Militärstraße in der Nähe von Ivry, theils in der kurzen Leitung von 70,5 Meter Länge, welche im Hofe des Collége de France aufgestellt war. In der ersteren schwankte der Barometerstand von 557 bis 838 Millimeter, in der letzteren von 247 bis 1267 Millimeter. Während also dort die Dichtigkeit der Luft innerhalb der Grenzen $1:1\frac{1}{2}$ veränderlich

war, war sie es hier sogar innerhalb 1 : 5. Trotz dieser großen Verschiedenheiten der Luftdichtigkeit war es aber nicht möglich, einen Unterschied in der Schallgeschwindigkeit zu constatiren.

Sechstens wurde durch Versuche in denselben Röhren die Formel geprüft, welche den Zusammenhang zwischen den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Schalles in verschiedenen Gasen und ihren Dichtigkeiten angiebt. Bezeichnet v die Geschwindigkeit in atmosphärischer Luft von der Dichtigkeit 1, V dagegen die Geschwindigkeit des Schalles in einem Gase von der Dichtigkeit $\delta$, so liefert die Theorie die Formel

$$\frac{V}{v} = \sqrt{\frac{1}{\delta}}.$$

Die Versuche ergaben folgende Resultate:

| | Werth von $\frac{V}{v}$ | | $\sqrt{\frac{1}{\delta}}$ |
|---|---|---|---|
| | Jorh | Collége de France | |
| Wasserstoff . . . | 3,801 | . . . . . . | 3,682 |
| Kohlensäure . . . | 0,7848 | 0,8009 . . | 0,8087 |
| Stickoxydulgas . . . . . . | | 0,8007 . . | 0,8100 |
| Ammoniak . . . . . . . . | | 1,2279 . . | 1,3025 |

Man kann aus diesen Zahlen schließen, daß obige Formel ein Grenzgesetz darstellt, dem die Gase bei vollkommener Elasticität folgen würden.

Siebentens hat Regnault auch noch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in freier Luft untersucht, wobei er sich der Methode der abwechselnden Kanonenschüsse bedient hat. Es wurden zwei Versuchsreihen angestellt. Bei der ersten wurden 18 Schüsse abgefeuert, die Membranen, welche den Schall aufnahmen, hatten eine Entfernung von 1280 Meter und es ergab sich als mittlere Geschwindigkeit des Schalles in trockener Luft von 0° C

331,37 Meter.

Die zweite, weit umfangreichere Versuchsreihe erstreckte sich über 11 Tage; es wurden im Ganzen 149 Kanonenschüsse

gelöst, die Entfernung betrug 5445 Meter, Temperatur und Windverhältnisse waren sehr verschieden. Als allgemeines Mittel für ruhige, trockene Luft von 0° ergab sich

330,7 Meter.

Der Umstand, daß der letztere Werth merklich kleiner ist als der aus der ersten Versuchsreihe erhaltene, zeigt, daß im weiteren Fortgange der Schallwelle auch in freier Luft die Geschwindigkeit abnimmt. „Offenbar," schreibt Regnault, „hat die Welle bei ihrem Abgange eine sehr große Intensität, aber dieselbe nimmt rasch ab in dem Maße, wie die Welle sich kugelförmig im Raume ausbreitet. Außerdem müssen in dem Augenblicke, in welchem der Schuß abgefeuert wird, die der Geschützmündung benachbarten Lufttheilchen wirklich fortgeschoben werden, wodurch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ebenfalls vermehrt wird. In Folge dieser Verschiebung und ihrer großen Intensität muß die Welle, namentlich in der Richtung des Schusses, in den ersten Theilen ihres Weges sich schneller fortpflanzen, als in den späteren. Aber diese Beschleunigung erlischt sehr rasch und wird beim Durchlaufen großer Wege ganz unmerklich."

Ehe wir nun zu einer gedrängten Uebersicht der Arbeiten Kundt's schreiten, mag noch kurz erwähnt werden, daß auch von Le Roux seit einigen Jahren Untersuchungen über die Fortpflanzung des Schalles in Röhren angestellt worden sind. Dieser Physiker bestimmte direct die Geschwindigkeit der Erschütterungswelle in einem 0,07 Meter weiten Rohre und fand diese für trockene Luft von 0° gleich 330,66 Meter, also wohl übereinstimmend mit den Ergebnissen, die Regnault in der Leitung von Ivry für den ersten Theil des durchlaufenen Weges erhielt.

Was nun die Untersuchungen von Kundt anlangt, so sind diese in den Jahren 1866 und 1867 im Laboratorium des Prof. Magnus in Berlin angestellt worden. Die Methode, welche dabei benutzt wurde, ist, wie schon erwähnt, eine indirecte: die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Klanges wird bestimmt, indem man einestheils die Länge der einzelnen Wellen und andererseits ihre Anzahl in der Sekunde (die Schwingungszahl des Klanges) ermittelt; das Produkt aus Schwingungszahl und Wellenlänge ist die Schallgeschwindigkeit.

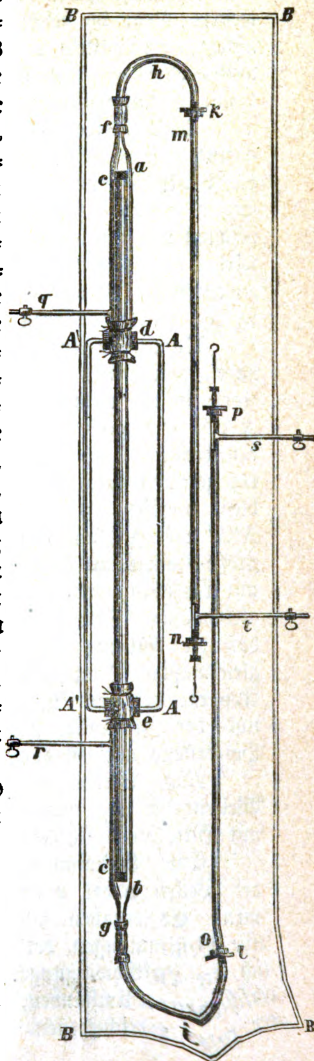
Zur Messung der Wellenlängen hat sich Kundt eines Verfahrens bedient, dessen Grundzüge bereits im 3. Jahrg. dieses Jahrb. S. 80 u. f. beschrieben worden sind. Ein Glasrohr, das „tönende Rohr", wird durch Reiben in longitudinale Schwingungen versetzt. Diese Schwingungen werden der Luft eines weiteren, geschlossenen Rohres, des „Wellenrohres", mitgetheilt; es entstehen in demselben stehende Schwingungen und in Folge dessen bilden sich, wenn man Lykopodiumsamen in das Wellenrohr gebracht hat, eigenthümliche Staubfiguren in demselben, welche die einzelnen Wellen bezeichnen. Um die Schwingungen des tönenden Rohres auf die Luft des Wellenrohres zu übertragen, ist ersteres an seinem in das letztere hinein ragenden Ende mit einem Kork versehen, der das Wellenrohr nicht völlig schließt, sondern sich bei den longitudinalen Schwingungen des tönenden Rohres leicht in dem Wellenrohre wie ein Kolben hin und her bewegt und die Luft desselben in Schwingungen versetzt.

Was die erzeugten Staubfiguren betrifft, so ändern sich diese je nach der Intensität des Klanges des tönenden Rohres und der Länge des Wellenrohres sehr mannigfach. Wenn man aber den Klang hinlänglich stark erzeugt und mittels eines verschiebbaren Kolbens die Länge des Wellenrohres gehörig regulirt, so ordnet sich der Staub in den Knotenpunkten zu kleinen Häufchen, deren Entfernungen sich sehr genau messen lassen. A. a. O. sind bereits einige Bestimmungen der relativen Schallgeschwindigkeiten für verschiedene Gase, die durch dieses Verfahren erhalten wurden, mitgetheilt worden.

Verschiedene, hier nicht zu erörternde Uebelstände des einfachen, eben beschriebenen Apparates, haben Kundt auf die Construktion eines Doppelapparates geführt, der aus einem tönenden Rohre und zwei Wellenrohren besteht, die über die Enden des ersteren geschoben sind. Fig. 11 zeigt das Wesentliche der Einrichtung des Apparates, von oben gesehen. Das tönende Rohr cc′ ist etwa 1,5 Meter lang und hat 30 Millimeter Durchmesser. Die beiden Enden c und c′ sind mit Korken verschlossen, welche durch eine Schicht über dieselben gebrachtes Siegellack völlig luftdicht schließen. Ueber c ist, bis zu 1/4 der Länge des tönenden Rohres, ein weiteres Glasrohr ad geschoben, welches bei d auf einem Korke lose ruht, der

auf dem tönenden Rohre sitzt. Diese Stelle ist mit vielen Lagen unvulkanisirten Kautschuks umgeben und es ist auf diese Art ein völlig luftdichter Verschluß hergestellt. Wie aus der Figur ersichtlich, ist das Rohr ad bei a etwas verengt. An das engere Rohrstück ist mittelst eines dicht schließenden Kautschukrohres ein runder Glasarm h angesetzt, welcher an seinem anderen Ende eine Messinghülse mit abgeschliffenem Rande trägt. Mit einer eben solchen Hülse ist das 1 Meter lange Staubwellenrohr m n versehen, welches durch eine Ueberfangschraube k an dem Arme h befestigt ist. Bei n ist das Wellenrohr durch eine Stopfbüchse geschlossen, durch welche ein Draht hindurchgeht, welcher an seinem inneren Ende einen Kork trägt, durch dessen Verschiebung die Länge des Rohres regulirt werden kann. In der Nähe von n befindet sich an dem Wellenrohre noch ein enges, seitlich angebrachtes Glasröhrchen t, welches durch einen Glashahn geschlossen werden kann, und ein ebensolches Rohr, q, befindet sich an dem weiten Rohre ad. Schließt man also den Hahn einer der Röhren t oder q, so kann man durch eine mit der anderen Röhre verbundene Luftpumpe das Wellenrohr mit Zubehör luftleer machen, und dann durch Oeffnung des ersten Hahnes mit irgend einem Gase füllen. Oder man kann auch die Füllung dadurch bewirken, daß man ein Gas längere Zeit durch die Rohrleitung streichen läßt. Genau in

Fig. 11.



derselben Weise ist über das andere Ende c' des tönenden Rohres das weitere Rohr bc geschoben, an das sich der gebogene Arm i ansetzt, der mittels der Umfangschraube l mit dem Staubwellenrohre op verbunden ist; s und r sind die den Röhren t und q entsprechenden Seitenröhrchen.

Durch Reiben des Rohres cc' in seiner Mitte, zwischen d und e, wird dasselbe in longitudinale Schwingungen versetzt; die Punkte d und e werden dabei Knotenpunkte. Die beiden Enden c und e senden dann denselben Ton in die beiden abgeschlossenen Luftvolumina, in welche sie hineinragen und bewirken dort die schon erwähnten Staubfiguren des in dieselben eingestreuten Pulvers. Diese Figuren sind am regelmäßigsten in den geraden Röhren mn und op.

Damit der Apparat beim Reiben festen und sicheren Halt habe', wurde das tönende Rohr bei d und e mittels zweier Korke in die durchbohrte Seitenwand eines hölzernen Kastens AAA'A' eingesetzt, der so weit war, daß die Hand beim Reiben bequem Platz in demselben hatte. Mit diesem Kasten war der ganze Apparat in einem großen Kasten BBBB von Zinkblech eingesetzt, an dessen eine Seitenwand, BB, die Wand A'A' des Holzkastens festgeschraubt war. Anfangs wurde der große Kasten mit Wasser gefüllt, um dem ganzen Apparate — mit Ausschluß des mittleren Theiles des Wellenrohres — eine gleichmäßige Temperatur zu geben. Später ergab sich aber, daß die Füllung mit Wasser unnöthig war, und daß eine gleichmäßige Temperatur auch erreicht wurde, wenn nur der Apparat vor dem Versuche einige Zeit ruhig gestanden hatte und der Zinkkasten mit Ausnahme des in ihm befindlichen Holzkastens mit Glasplatten bedeckt war.

Nach Beendigung eines Versuches wurden allemal die Wellenrohre abgeschraubt und die in denselben erzeugten Wellen mit Hilfe eines Kathetometers gemessen.

Eine Bestimmung der Schwingungszahl des Tones, der die Wellen erregt, wurde bei diesen Versuchen nicht vorgenommen. Es ergaben sich also nicht absolute, sondern nur relative Bestimmungen der Schallgeschwindigkeit. Erfolgten nämlich die Luftschwingungen in den beiden Wellenrohren unter verschiedenen Umständen, waren sie also von verschiedener Weite, oder mit verschiedenen Gasen gefüllt und dergl., so war das

Verhältniß der Schallgeschwindigkeiten in ihnen einfach dem Verhältnisse der Wellenlängen gleich.

Kundt hat nun untersucht, in welcher Weise die Wellenlänge, und damit die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles sich ändert, wenn gewisse Umstände wechseln. Die von ihm untersuchten Umstände sind:

1. Die Weite der Röhren,

2. die Menge des zur Erzeugung der Staubfiguren verwendeten Pulvers,

3. die Beschaffenheit dieses Pulvers,

4. die Beschaffenheit der Röhrenwand,

5. die Intensität des Tones,

6. die Höhe des Tones,

7. die Art und Weise, wie der Ton in die Röhre eintritt, ob nämlich der ganze Querschnitt der Röhre gleichmäßig von dem Ende des tönenden Rohres gestoßen wird, oder ob die Erregung von einem Punkte ausgeht.

Um erstens den Einfluß der Röhrenweite zu untersuchen, schraubte Kundt auf der einen Seite des Apparates immer dasselbe Wellenrohr von 13 Millimeter innerem Durchm. an, während auf der anderen Seite verschiedene Rohre, von 3,5 bis 55 Millim. Durchm. im Lichten, angesetzt wurden.

Um weiter zu sehen, wie durch gleichzeitige Aenderung der Tonhöhe der Einfluß der Röhrenweite modificirt wird, wurden mit demselben tönenden Rohre verschiedene, nämlich die drei ersten Töne desselben erzeugt. Ist das tönende Rohr, so wie oben beschrieben, in zwei um 1/4 seiner Länge von den Enden entfernten Punkten festgeklemmt, und reibt man in der Mitte des mittleren Theiles, so giebt das Rohr seinen zweiten Ton. Um den dritten Ton, die Quinte des zweiten Tones, zu erhalten, wurde es in zwei um 1/6 der Länge von dem Ende entfernten Punkten festgeklemmt und in der einen Hälfte seines mittleren Theiles gerieben. Um endlich den ersten Ton zu erhalten, d. h. die untere Octave des zweiten Tones, mußte das Rohr in seiner Mitte eingeklemmt werden; das eine Ende mußte frei bleiben und wurde gerieben, an das andere Ende wurden nach einander das Normalrohr und das Versuchsrohr angesetzt. Als Pulver diente bei diesen Versuchen Lykopodiummehl in möglichst geringer Menge.

Nimmt man die Wellenlänge in dem Normalrohre von 13 Millimeter Durchmesser als Einheit, so lassen sich die Resultate mehrerer Versuchsreihen in folgenden Zahlen darstellen:

| Durchmesser der Röhren. | Wellenlängen 1. Ton. | 2. Ton. | 3. Ton. |
|---|---|---|---|
| 55,0 Mm. | 1,01010 | 1,00885 | 1,00583 |
| 26,0 „ | 1,00908 | 1,00842 | 1,00781 |
| 13,0 „ | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 |
| 6,5 „ | 0,98031 | 0,99170 | 0,99176 |
| 3,5 „ | 0,92628 | 0,96666 | — |

Darin liegt der Satz: Mit dem Durchmesser eines Rohres nimmt die Schallgeschwindigkeit ab. Die Größe dieser Abnahme ist außerdem bedingt durch die Wellenlänge des benutzten Tones und zwar wächst bei gleichen Rohren diese Abnahme mit der Wellenlänge. Es wird aber die Geschwindigkeitsabnahme erst von einem gewissen Durchmesser an merklich — in den Kundt'schen Versuchen von 26 Millim. an abwärts. — In weiteren Rohren ist die Geschwindigkeit gleich, wächst also nicht mehr mit dem Durchmesser.

Nimmt man an, daß die Geschwindigkeit des Schalles in einer 55 Millimeter weiten Röhre eben so groß ist, wie in freier Luft, und setzt man sie hier bei völliger Trockenheit und 0° Temperatur für alle Töne gleich 332,8 Meter voraus (Ergebnisse der Versuche von Moll und van Beck nach der Berechnung von Schröder van der Kolk), so ergeben sich aus den oben angeführten Zahlen folgende Werthe der Schallgeschwindigkeiten:

| Durchmesser der Röhren. Millim. | Schallgeschwindigkeit 1. Ton Meter. | 2. Ton Meter. | 3. Ton Meter. |
|---|---|---|---|
| 55,0 | 332,80 | 332,80 | 332,80 |
| 26,0 | 332,73 | 332,66 | 333,45 |
| 13,0 | 329,47 | 329,88 | 330,87 |
| 6,5 | 323,00 | 327,14 | 328,14 |
| 3,5 | 305,42 | 318,88 | — |

Man sieht, daß es sich hierbei um Verminderungen der Schallgeschwindigkeit handelt, die viele Meter betragen. Diese Verminderung stellt sich schon ein, wenn der Rohrdurchmesser fast 1/4 der Wellenlänge beträgt; denn dieselbe war schon merklich in dem Rohre von 13 Millim. Durchmesser für den 3. Ton, dessen Wellenlänge ungefähr 60 Mill. betrug. Wenn man daher aus diesen Versuchen mit kurzen Wellenlängen einen Schluß ziehen darf auf tiefere Töne, so müssen für die letzteren die Röhren außerordentlich weit sein, wenn die Schallgeschwindigkeit nicht geändert werden soll. In unseren musikalischen Instrumenten, bei denen eine Luftsäule als tönender Körper auftritt, ist aber der Durchmesser des Rohres meist klein gegen die Wellenlänge der Töne des Instrumentes, in allen tritt also eine Verringerung der Schallgeschwindigkeit ein. Man darf daher, um die Töne schwingender Luftsäulen in Einklang zu bringen mit der Theorie, nicht die Schallgeschwindigkeit in freier Luft, sondern die, immer erst speciell zu ermittelnde, Schallgeschwindigkeit des bestimmten Rohres zu Grunde legen.

Was nun zweitens den Einfluß der Menge des in die Röhren eingestreuten Pulvers anlangt, so war in den weiten Röhren — 55 und 26 Millim. Durchmesser — ein solcher kaum merklich. In den engeren Röhren aber — 13 und 6,5 Millim. Durchmesser — nahm mit zunehmender Menge die Schallgeschwindigkeit sehr merklich ab. In dem 6,5 Millimeter weiten Rohre konnte z. B. durch Einbringung einer größeren Menge Lykopodiummehl die Geschwindigkeit von 328,33 bis auf 310,72 Meter verringert werden. Wenn indessen so bedeutende Verminderungen der Schallgeschwindigkeit eintreten sollten, so mußte eine so beträchtliche Pulvermenge angewandt werden, daß die Staubfiguren überhaupt nicht mehr scharf gebildet wurden. Bei sehr geringen Pulvermengen, wie sie z. B. bei den oben beschriebenen Untersuchungen zur Verwendung kamen, bei denen die Staubfiguren nur aus einigen Körnchen gebildet wurden, konnte bei einer Aenderung in dieser Menge keine Verminderung der Wellenlänge wahrgenommen werden.

Was drittens den Einfluß der Beschaffenheit des Pulvers betrifft, so zeigten Pulver, wie Lykopodiummehl,

feiner Quarzsand und Hammerschlag, die keinen sehr verschiedenen Grad der Kleinheit der einzelnen Theile besitzen, im Ganzen dasselbe Verhalten, dagegen bewirkte sehr feine, aus der Einwirkung von Siliciumfluorid auf Wasser gewonnene Kieselsäure eine bedeutendere, bis 10 Meter gehende Verminderung der Schallgeschwindigkeit.

Viertens wurde der Einfluß, den die Beschaffenheit der Innenwand der Röhre auf die Schallgeschwindigkeit ausübt, untersucht, indem eng anschließende Wandungen von verschiedener Beschaffenheit (Papierhülsen, geschwärztes und blankes Messingblech) in die Wellenröhre eingeschoben wurden, so daß nur oben ein Schlitz zur Beobachtung der Staubfiguren übrig blieb. In weiten Röhren war ein Einfluß der eingeschobenen Wand nicht merklich, Schwärzen der Wand änderte die Wellenlänge nicht. Ist aber der Durchmesser der Röhre kleiner als $^1/_4$ der Wellenlänge des durchgehenden Tones, so wird durch Rauhigkeit der Wand die Schallgeschwindigkeit beträchtlich, um 20 bis 25 Meter, vermindert; dasselbe tritt auch ein, wenn durch eingeschobene Röhrenwände die innere Wandfläche vergrößert wird.

Dieser letztere Einfluß nimmt übrigens ebenso wie derjenige der benutzten Pulvermenge zu mit der Wellenlänge, ist also bei tiefern Tönen größer, als bei hohen.

Fünftens wurde die Intensität des Tones in Betracht gezogen. Kundt konnte indessen bei seinen Versuchen keinen Einfluß derselben auf die Wellenlänge und damit auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles nachweisen. Jedenfalls war dieser Einfluß, wenn er überhaupt besteht, bei den angestellten Versuchen sehr unbedeutend und noch innerhalb der Fehlergrenzen gelegen.

Was sechstens über den Einfluß der Tonhöhe gefunden wurde, ist bereits erwähnt worden: Mit wachsender Wellenlänge werden die Verminderungen der Schallgeschwindigkeit, welche durch Verengerung des Rohres, durch größere Mengen Pulver oder durch eingeschobene Röhrwände verursacht werden, bedeutender.

Was endlich den siebenten Punkt anlangt, so ergab sich, daß es gleichgültig ist, ob der ganze Querschnitt des Rohres

gestoßen wird, oder ob die Erregung von einem Punkte ausgeht.

Kundt hat nun achtens noch den Einfluß untersucht, welchen der Druck, unter dem die Luft in den Röhren steht, auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in denselben übt. Bei seinen Versuchen variirte der Luftdruck von 380 bis 1780 Millimeter Quecksilbersäule. Bei diesen Aenderungen des Druckes ließ sich in dem weiten Rohre von 26 Millimeter Durchmesser keine Aenderung der Wellenlänge und somit der Schallgeschwindigkeit nachweisen, was mit den Erfahrungen Regnault's übereinstimmt. Sicher wird also für die freie Luft die Schallgeschwindigkeit vom Barometerstande unabhängig sein, wie schon die Laplace'sche Formel dies verlangt.

In engen Röhren fand Kundt die Schallgeschwindigkeit mit wachsendem Drucke zunehmend. Während bei 760 Mm. Druck die Geschwindigkeit in dem 6,5 Mm. weiten Rohre 327,06 Meter betrug, war sie bei 1760 Mm. 331,08 Meter.

Was nun den letzten Grund der durch verschiedene Einflüsse (Verengung der Röhren, Rauhigkeit der Wandungen, Druckerniedrigung) verminderten Schallgeschwindigkeit betrifft, so sucht Kundt denselben einmal in der Reibung der bewegten Lufttheilchen gegen die Röhrenwandung und dann in dem Wärmeaustausch zwischen der Luft und der Röhrenwand. Kundt hat vor Kurzem einen kleinen Apparat construirt, um die Größe der Verdichtung und Verdünnung in einer schwingenden Luftsäule zu messen und hat mit demselben gefunden, daß die Druckveränderungen beim Tönen bis nahe 2 Fuß Wassersäule betragen können. Derartigen Druckveränderungen entsprechen aber ziemlich beträchtliche Temperaturveränderungen. Wenn nun während der Verdichtung der Luft ein Theil der frei werdenden Wärme an die Wand des Rohres geht und bei der darauf folgenden Verdünnung nicht vollständig wieder an die eingeschlossene Luft zurückgegeben wird, so muß die Schallgeschwindigkeit kleiner werden. Denn bei der Laplace'schen Theorie wird angenommen, daß alle bei der Verdichtung frei werdende Wärme zur Schallbeschleunigung verwendet werde. Auch das in die Röhren eingestreute Pulver wirkt nicht bloß aus dem

Grunde verzögernd, weil es, wenigstens zum Theil, in der Luft verbreitet, die zu bewegende Last vermehrt, ohne doch die bewegende Kraft, die Elasticität der Luft, zu vergrößern; sondern hauptsächlich wohl deswegen, weil es den Wärmeaustausch vermittelt. Diese Wirkung wird um so mehr hervortreten, je enger die Röhren sind und je besser sich das Pulver beim Tönen in der Luft verbreitet. Aus dem letzteren Grunde wirkt auch die feine Kieselsäure, welche beim Tönen lebhaft aufwirbelt und sich im ganzen Querschnitt der Röhre verbreitet, so energisch verkürzend auf die Schallgeschwindigkeit.

Diesen Wärmeaustausch durch thermische Apparate nachzuweisen ist allerdings bis jetzt noch nicht genügend gelungen.

Dagegen wird die Kundt'sche Ansicht wesentlich gestützt durch theoretische Untersuchungen anderer Forscher. Helmholtz hat bereits im Jahre 1863 (Verh. des naturhist.-medicin. Ver. zu Heidelberg, Bd. III, S. 16) nachgewiesen, daß die Reibung gegen die Röhrenwand verzögernd auf die Schallgeschwindigkeit einwirkt und daß diese Verzögerung wächst, wenn der Durchmesser der Röhre und die Schwingungszahl des Tones abnimmt; es sind indessen die nach der Helmholtz'schen Formel zu berechnenden Verzögerungen wesentlich kleiner, als die von Kundt beobachteten. In Folge der Kundt'schen Arbeiten hat dann neuerdings G. Kirchhoff den Einfluß der Wärmeleitung in einem Gase auf die Schallbewegung näher untersucht und ist zu Resultaten gelangt, die qualitativ mit den Ergebnissen von Kundt harmoniren. Es ergiebt sich nämlich eine Abnahme der Schallgeschwindigkeit, die um so größer ist, je kleiner der Durchmesser der Röhre und die Schwingungszahl des Tones ist; dagegen zeigt sich, daß bei Vermehrung des Druckes ein Wachsen der Geschwindigkeit eintreten muß. Rauhe Oberflächen wirken sowol auf die Reibung als auf die Wärmeleitung vermehrend, sie müssen also die Verminderung der Schallgeschwindigkeit begünstigen. Eine quantitative Vergleichung der Resultate von Kirchhoff's Rechnung mit denen der Kundt'schen Experimente ist aber, zur Zeit wenigstens, nicht möglich, da die in den Formeln des Ersteren vorkommenden physikalischen Constanten nicht sämmtlich experimentell bestimmt sind.

Endlich hat Kundt auch noch den Einfluß der Temperatur auf die Schallgeschwindigkeit untersucht. Ist c die

Geschwindigkeit bei 0°, so wird die Geschwindigkeit $c'$ bei t°C theoretisch durch die Formel

$$c' = c\sqrt{1 + \alpha t}$$

dargestellt wo $\alpha$ den Ausdehnungscoefficienten der Luft = 0,003665 bedeutet. Diese Formel ist bisher innerhalb der Grenzen von 0° bis 25° experimentell bestätigt worden. Kundt's Versuche zeigen nun ihre Richtigkeit auch für 100°.

**Zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in festen Körpern**

hat Stefan in Wien ein neues Verfahren angewandt, welches in dem Falle von Werth ist, wenn man den zu untersuchenden Körper nicht in Form eines langen Stabes bringen und dann durch Reiben in longitudinale Schwingungen versetzen kann, deren Anzahl in der Sekunde, verglichen mit der Länge des Stabes, nach der von Chladni angegebenen Methode zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit ausreichen würde.

In diesem Falle nämlich wird der Körper in Gestalt eines kürzeren Stäbchens geformt und dieses dann an einen längeren Stab aus Holz oder Glas angefügt, der für sich allein leicht in longitudinale Schwingungen versetzt werden kann. Man erhält auf diese Weise einen zusammengesetzten Stab, der durch Reiben des längeren Theiles leicht zum Tönen gebracht werden kann. Bestimmt man nun die Schwingungszahl des Grund- oder eines Obertones, so kann man daraus und aus der bekannten Schallgeschwindigkeit in dem längeren Stabe die Schallgeschwindigkeit in dem Stäbchen berechnen.

Für Wachs fand Stefan durch dieses Verfahren die Schallgeschwindigkeit gleich 730 Meter bei einer Temperatur von 20° C, also mehr als doppelt so groß als in der Luft. Mit steigender Temperatur nimmt die Schallgeschwindigkeit im Wachs ab, und zwar um beiläufig 40 Meter für jeden Grad Temperaturerhöhung. Bei 30° C pflanzt sich daher der Schall in der Luft und im Wachs gleich rasch fort.

Im Unschlitt ist die Schallgeschwindigkeit bei 20° nur halb so groß als im Wachs und nimmt bei steigender Temperatur noch rascher ab, als in diesem.

Für die Schallgeschwindigkeit im Kautschuk wurden

Werthe von 30 bis 60 Meter gefunden; je weicher der Kautschuk, desto geringer ist die Geschwindigkeit des Schalles in demselben.

Stefan macht dabei noch die Bemerkung, daß diese Resultate an die von Helmholtz bestimmte Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreize erinnere, die innerhalb derselben Grenzen liegt, wie die Schallgeschwindigkeit in weichem Kautschuk, und daß vielleicht die Geschwindigkeit des Nervenreizes mit der des Schalles zusammenfalle, weil die Nervenreize sich eben so wie der Schall in Longitudinalwellen fortpflanzen.

Diese Stefan'sche Methode ist freilich nicht ganz zuverlässig; insbesondere ist die Art und Weise, wie beide Stäbe verbunden sind, von Einfluß auf das Resultat, ohne daß man diesen Einfluß in Rechnung ziehen kann.

Eine der vorigen ähnliche, auf dieselben Körper anwendbare Methode ist von Emil Warburg in Berlin angegeben worden. Dieser benutzte bei seinen im Laboratorium des Professor Magnus angestellten Versuchen die transversalen Schwingungen zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit.

Auf einem Schwingungscentrum eines transversal schwingenden Glasstabes wurde mittels eines Steges ein Stäbchen aus der zu untersuchenden Substanz befestigt, so daß die breiten Flächen beider Stäbe und ihre Achsen parallel waren. Die Knoten des tönenden Systemes wurden durch aufgestreuten Sand sichtbar gemacht und die Abstände der Knoten, sowie die Dicke der Stäbe beobachtet. Ist

die Entfernung zweier Nachbarknoten auf dem ersten Stabe $l$, auf den zweiten $l'$,

die Dicke des ersten Stabes $h$, die des zweiten $h'$,

die Schallgeschwindigkeit im ersten Stabe $s$, im zweiten $s'$,

so gilt die Formel

$$\frac{s}{s'} = \left(\frac{l}{l'}\right)^2 \frac{h'}{h}.$$

Sobald also für den Glasstab die Geschwindigkeit $s$ bekannt ist, kann man leicht die Geschwindigkeit des Schalles in dem anderen Körper berechnen.

Wird die Geschwindigkeit des Schalles im Glase = 1 gesetzt, so sind die von Warburg für die Schallgeschwindigkeit

in verschiedenen Körpern bei einer Temperatur von 15 bis 17° C gefundenen Werthe folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stearin | 0,265 | Wachs und Terpentin | 0,111 |
| Paraffin | 0,251 | Talg | 0,075 |
| Wachs | 1,666 | | |

Da nun die Geschwindigkeit im Glase sich gleich dem 15,65fachen der Geschwindigkeit in der Luft ergab, so erhält man, wenn man die letztere gleich 330 Meter setzt für die

absolute Geschwindigkeit des Schalles in

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stearin | 1369 Meter, | Wachs u. Terpentin | 573 Meter, |
| Paraffin | 1296 „ | Talg | 387 „ |
| Wachs | 857 „ | | |

Wir verlassen jetzt diesen Gegenstand, um einige neuere

**Hilfsmittel zum Studium der Klangfarbe**

kurz zu beschreiben. Wir verstehen darunter Apparate, mit deren Hilfe man die verschiedenen Obertöne, die den Grundton eines gegebenen Klanges begleiten und deren Zahl und relative Intensität eben die Klangfarbe bedingt, zu erkennen vermag, oder die dazu dienen, einem und demselben Grundtone eine verschiedene Klangfarbe zu verleihen.

In ersterer Beziehung sind die Resonatoren von Georg Appunn, Inhaber eines akustischen Ateliers (Georg Appunn u. Söhne) in Hanau zu erwähnen. Es sind dieses kegelförmige Röhren aus Zink, deren Luftsäule einem gewissen Tone entspricht und daher leicht zum Mitklingen gebracht wird, sobald in einem Klange dieser Ton als Grund- oder Oberton auftritt. Sie werden ebenso wie die von König in Paris nach Helmholtz's Angaben gefertigten Glasresonatoren mit dem engeren Ende möglichst weit ins Ohr eingesetzt, und zwar ist es in der Regel am vortheilhaftesten, den Resonator in das linke Ohr einzusetzen, das weite Ende desselben etwas nach oben gerichtet. Es ist nämlich eine, wie es scheint zuerst von Fechner (in der Sitzung der k. sächs. Gesellsch. der Wissensch. in Leipzig am 1. Juli 1860) veröffentlichte Thatsache, daß die

meisten Personen mit dem linken Ohre deutlicher hören, als mit dem rechten.

Um mit Hilfe eines einzigen Resonators eine große Anzahl von Tönen wahrnehmen zu können, hat Daguin demselben eine solche Einrichtung gegeben, daß die in demselben eingeschlossene Luftsäule innerhalb gewisser Grenzen beliebig verlängert werden kann. Bei Daguin's Analyseur (Cornet analyseur) ist die Röhre, welche die Luftsäule umschließt, aus einer Anzahl von Stücken zusammengesetzt, welche man wie die einzelnen Theile eines Ausziehfernrohres in einander schieben kann. Wenn man dieses Rohr mit dem einen, engen Ende in das Ohr einsetzt und dann auf die nöthige Länge auszieht, so daß die in demselben enthaltene Luftsäule einen bestimmten Ton angiebt, der in einem gleichzeitig erregten Klange oder Geräusche ebenfalls auftritt, so wird die Luftsäule erregt werden und dadurch dieser Ton zum Gehör kommen.

Später hat Daguin diesem Resonator eine andere Gestalt gegeben. Er hat ihn nämlich aus einem einzigen Rohre gebildet, das an dem einen Ende mit einem Schallbecher, am andern mit einem in den Gehörgang einzuführenden durchbohrten Knopfe versehen ist. Um die tönende Luftsäule dieses Rohres verkürzen oder verlängern zu können, hat sie Daguin mit Löchern versehen, die mittels Klappen beliebig geschlossen oder geöffnet werden können. Aehnlich wie dieses bei der Flöte, Clarinette und andern mit Seitenlöchern versehenen Blasinstrumenten der Fall ist, kann man durch Oeffnung dieser Löcher die Luftsäule auf verschiedene Töne stimmen. Daguin hat diesen Resonator mit dem Namen „Melodion aphone" belegt und denselben zu verschiedenen Versuchen über das binauriculare Hören benutzt.

Zur Nachahmung verschiedener Klänge, namentlich der Vokale, hat sich bekanntlich Helmholtz verschieden gestimmter Stimmgabeln bedient, welche auf Resonanzkästen stehen und von denen eine größere oder geringere Zahl zu gleicher Zeit in Schwingungen versetzt werden. In dem

Obertöne-Apparat von Georg Appunn ist dieses Ziel auf andere Weise erreicht. Dieser Apparat ist nämlich nach Art eines kleinen Harmoniums eingerichtet und enthält eine größere Anzahl Zungenpfeifen, die man einzelnen oder

mehrere zugleich tönen lassen kann. Der größte dieser Obertöne-Apparate enthält 128 Töne, nämlich das Subcontra-C, 16 Schwingungen in der Sekunde machend (C̲ der gewöhnlichen deutschen Bezeichnung), mit seinen Obertönen. Die kleineren Apparate enthalten eine geringere Anzahl von Obertönen.

Speciell zur Erzeugung des Klanges der einzelnen Vokale hat Appunn einen Vokalapparat construirt, aus einer doppelten Reihe von Holzpfeifen bestehend, die auf einer Windlade angebracht sind. Die eine Reihe ist stark-, die andere schwachtönend. Es leistet dieser Vokal-Apparat nach dem Zeugnisse von Helmholtz dasselbe wie die frühern Stimmgabelapparate, hat aber vor diesen den Vorzug, daß er leichter zu handhaben ist.

Ein für den Physiker wie auch für den Instrumentenmacher ebenso nützliches als handliches Instrument ist ferner

### Georg Appunn's Tonmesser.

Derselbe ist nach dem nämlichen Principe eingerichtet, wie der Scheibler'sche Tonmesser, dessen Ausführung von König wir im vorigen Jahrgange dieses Jahrbuchs (S. 60) beschrieben haben. Appunn hat aber die Stimmgabeln des König'schen Apparates ersetzt durch Zungenpfeifen. Ein derartiger größerer Apparat enthält 65 Zungenpfeifen, deren tiefste den Ton $c^1 = 256$ Schwingungen und deren höchste $c^2 = 512$ Schwingungen angiebt. Der Ton jeder einzelnen Pfeife macht in der Sekunde vier Schwingungen mehr als der der vorhergehenden, nächst tieferen. Es ist nun leicht mit Benutzung der Stöße oder Schwebungen eine Saite oder dergleichen auf einen in der Octave von $c^1$ bis $c^2$ liegenden Ton abzustimmen, und ebenso läßt sich die Schwingungszahl eines in dieser Octave liegenden Tones ermitteln. Fände man z. B., daß ein gegebener Ton mit der auf 320 Schwingungen gestimmten Pfeife in jeder Sekunde 3, mit der nächsthöheren, auf 324 Schwingungen gestimmten aber 1 Schwebung giebt, so würde die Schwingungszahl dieses Tones 323 sein.

### Apparate zum Studium der Interferenzerscheinungen.

Wenn zwei Wellenzüge mit gleichen Wellenlängen zusammentreffen, und zwar so, daß ihr Phasenunterschied Null oder

gleich einer geraden Anzahl halber Wellenlängen ist, daß also Berg und Berg, Thal und Thal auf einander fallen, so unterstützen sich beide und es bilden sich Wellen von doppelter Schwingungsweite; besitzt aber der Phasenunterschied eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen, so trifft Berg nnd Thal zusammen und die Wellen heben sich auf. In diesen Erscheinungen besteht die Interferenz der Wellen.

Um die Interferenzerscheinungen bei tropfbaren Flüssigkeiten zu zeigen, kann man in zwei Punkten des Flüssigkeitsspiegels Wellen erregen. Dann giebt es auf der Oberfläche der Flüssigkeit unzählige Punkte, in denen die Differenz der Entfernungen von jenen zwei Punkten eine, oder drei, oder fünf u. s. w., überhaupt eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen beträgt. Alle die Punkte, für welche die Differenz denselben Werth hat, bilden eine Hyperbel, deren Brennpunkte die beiden Wellenmittelpunkte sind. Längs einer solchen Hyperbel heben sich die Wellen auf, die Hyperbeln sind sogenannte Knotenlinien. Zwischen zwei auf einander folgenden Knotenlinien liegt aber wieder eine Hyperbel, für deren Punkte die Differenz der Entfernungen von den beiden Wellenmittelpunkten eine gerade Anzahl halber Wellenlängen ist. An diesen Stellen erreichen die durch die Interferenz beider Wellenzüge gebildeten stehenden Schwingungen ihre größte Elongation.

Man macht die Interferenzerscheinungen gewöhnlich in der Weise sichtbar, wie die Brüder Weber in ihrer 1825 erschienenen „Wellenlehre" den Versuch beschrieben haben. Man bedient sich nämlich eines elliptischen Gefäßes und erregt die Wellen in dem einen Brennpunkte; dann bilden die von der Wandung des Gefäßes reflectirten Wellen ein System, dessen Mittelpunkt der zweite Brennpunkt ist, und aus der Durchkreuzung der directen und der reflectirten Wellen entstehen dann die oben erwähnten Erscheinungen.

Neuerdings hat aber Lissajou einen neuen Apparat zum Studium der Interferenz von Flüssigkeitswellen angegeben. Derselbe besteht aus zwei Stimmgabeln, welche in horizontaler Stellung an einem Support befestigt sind, und zwar so, daß die vier Zinken derselben in einer Ebene liegen. Jede Stimmgabel trägt einen vertikalen Stift, dessen

unteres Ende in ein Bad von Quecksilber oder Wasser taucht; beide Stifte sind einige Centimeter von einander entfernt. Bringt man beide Stimmgabeln ins Tönen, so entstehen durch die Interferenz der von beiden Stiften aus fortschreitenden Wellen stehende Schwingungen, die man mittels des von der Oberfläche reflectirten Lichtes schön wahrnimmt. Es ist hierbei vorausgesetzt, daß die beiden Stimmgabeln im vollständigen Einklang sind. Findet aber eine geringe Verschiedenheit in den Schwingungszahlen beider Gabeln statt, so bleiben die Interferenzfiguren auf der Oberfläche der Flüssigkeit nicht fest stehen, sondern die Knotenlinien bewegen sich langsam nach der tiefer gestimmten Stimmgabel hin. Man kann auf diese Weise eine ganz geringe Abweichung in der Stimmung nicht blos fürs Auge erkennbar machen, sondern zugleich den Sinn der Verschiedenheit zur Anschauung bringen.

Um die Interferenz von Schallwellen sichtbar zu machen, hat J. Stefan in Wien einen sehr einfachen akustischen Interferenz-Apparat construirt. Die Haupteinrichtung desselben beruht auf dem von längerer Zeit von John Herschel angegebenen Principe, nach welchem ein Strom von Schallwellen in zwei Theile von verschiedener Länge gespalten wird, welche sich dann wieder vereinigen und nun interferiren. Damit der Gangunterschied beider Wellenzüge mit Leichtigkeit um eine oder mehrere halbe Wellenlängen verschieden gemacht werden kann, ist es zweckmäßig, Töne von kurzer Wellenlänge, also hohe Töne zu benutzen, wie solche durch die longitudinalen Schwingungen elastischer Stäbe entstehen. Stefan verwendet daher als Schallquelle ein etwas dickes Thermometerrohr von ungefähr einem Meter Länge. Mittels eines Korkes ist dasselbe in ein weiteres Glasrohr, das Schallrohr, eingesetzt, so daß der eine Theil in dem letzteren, der andere aber sich außerhalb befindet. Der herausragende Theil wird nun mit einem nassen Lappen gerieben und dadurch das Thermometerrohr in longitudinale Schwingungen versetzt. Damit sich diese der Luft des Schallrohres recht kräftig mittheilen, ist auf das in das Schallrohr hineinreichende Ende des Thermometerrohres ein Korkscheibchen aufgesteckt, das den ganzen Querschnitt des Rohres ausfüllt, aber ohne Reibung in demselben bewegt werden kann. Wie man sieht, bildet das Thermometerrohr mit dem Schallrohr einen

einfachen Apparat, wie ihn Kundt zur Erzeugung von Staubfiguren angegeben hat. Stefan macht indessen die Luftwellen nicht in dem Schallrohre sichtbar, sondern leitet sie weiter, läßt sie interferiren und macht sie erst dann sichtbar. Der eigentliche Interferenzapparat besteht aus zwei T förmigen Röhren, die durch ein Paar über ihre Querarme geschobene U förmige Röhren mit einander verbunden sind. Der Ausläufer der T förmigen Röhre ist nun in das erwähnte Schallrohr eingeschoben; an den Ausläufer der T förmigen Röhre ist eine gleich weite Glasröhre durch einen über die Enden beider geschobenen Kork angesetzt. Diese Glasröhre ist entweder an ihrem Ende offen oder durch einen verschiebbaren Kork geschlossen.

Die durch Reibung der Thermometerröhre in dem Schallrohre erregten Luftwellen gehen in den Ausläufer des ersten T-Rohres, trennen sich in den Querarmen desselben in zwei Theile, die durch die U förmigen Verbindungsröhren weiter nach dem andern T förmigen Rohre gehen, in dessen Ausläufer sie ebenso wie in dem angesetzten Rohre interferiren. Um die Luftwellen hier sichtbar zu machen, wird ein feines Pulver eingestäubt; Stefan empfiehlt zu diesem Zwecke Korkpulver, das durch Reiben eines Korkes an einer Feile erhalten worden ist. Ist zwischen den beiden Zweigen der Schallleitung kein Längenunterschied oder beträgt derselbe eine gerade Anzahl halber Wellenlängen, so erhebt sich das Pulver lebhaft in Schichten, sobald das Thermometerrohr gerieben wird; beträgt aber der Längenunterschied eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen, so bleibt das Pulver vollständig in Ruhe.

Damit der Experimentator, während er das Thermometerrohr reibt, auch die Bewegung des Pulvers in dem Interfeferenzrohre gut beobachten kann, ist die Einrichtung so getroffen, daß beide T förmige Rohre sich in zwei horizontalen Ebenen übereinander befinden; die beiden U förmigen Verbindungsrohre liegen mit den Querarmen der T förmigen Rohre in einer verticalen Ebene und das Interferenzrohr liegt gerade über dem Schallrohre.

Die T- und U förmigen Röhren des Stefan'schen Apparates bestehen aus Messing, die Querarme sind 34 Centimeter, die Ausläufer der T förmigen Röhren 8 Centimeter lang; der Durchmesser dieser Röhren beträgt 11 Millimeter, derjenige der

weiteren Schallröhre 15 Millim., der des Thermometerrohres 5 Millim.

Damit die Schwingungen der Luftsäule in dem Apparate gehörig kräftig werden, muß zunächst das tönende Thermometerrohr ein gewisses Stück in das Schallrohr hineinragen, was man leicht durch Versuche erkennt. Ferner ist auf die Intensität der Schwingungen von Einfluß die Länge des ganzen Rohrsystemes, in welchem die Luft schwingt. Man bemerkt dieses deutlich, wenn man die Schallröhre mehr oder weniger weit über den Ausläufer der T förmigen Röhre schiebt. Wenn die Interferenzröhre an ihrem Ende offen ist, so werden die Schwingungen am kräftigsten, wenn die Länge der Luftsäule, gerechnet vom Ende der longitudinal schwingenden Röhre bis ans Ende des Interferenzrohres, eine ungerade Anzahl Viertelwellenlängen beträgt. Ist aber das Interferenzrohr geschlossen, so folgen die intensivsten Luftschwingungen, wenn die Länge der Luftsäule eine ganze Anzahl halber Wellenlängen beträgt.

Stefan macht bei dieser Gelegenheit auf die Erscheinung aufmerksam, daß eine an dem einen Ende befestigte gespannte Saite, an deren anderem Ende eine Stimmgabel angeknüpft ist, beim Tönen der letzteren ebenfalls dann am kräftigsten mitschwingt, wenn ihre Länge einer ganzen Anzahl halber Wellen, welche zu dem Tone der Gabel gehören, gleichkommt.

---

# Optik.

Auf dem Gebiete der Optik sind zunächst mehrere

**neue spektroskopische Arbeiten**

zu erwähnen. Vor allen muß hier der umfassenden, fünf Jahre lang fortgesetzten

Untersuchungen des Sonnenspektrums durch A. J. Angström und R. Thalén gedacht werden, deren Ergebnisse in einem Atlas von 6 Blättern im vorigen Jahre veröffentlicht worden sind. Zu den ausführlichen Darstellungen der dunkeln Linien im Sonnenspektrum, welche Kirchhoff und

Hoffmann veröffentlicht haben, kommt in diesem Atlas neu hinzu die Beschreibung des violetten, zwischen den Fraunhofer'schen Linien G und H gelegenen Theiles. Eigenthümlich ist aber für die Angström-Thalén'schen Karten besonders die Art und Weise, wie die Entfernungen der einzelnen Streifen des Spektrums bemessen worden sind. Bei früheren Darstellungen erscheint jeder Streifen an der Stelle, welche ihm durch die Dispersion zugewiesen wird. Da aber die Dispersion von einem Prisma zum andern wechselt, so ist auch diese ganze Skala eine willkürliche und je nach der Beschaffenheit des Instrumentes variabele. Angström hat es deshalb vorgezogen, die einzelnen Linien des Sonnenspektrums nach ihrer Wellenlänge zu ordnen und es geben die Zahlen der Skala, die den Abbildungen des Sonnenspektrums beigegeben ist, unmittelbar die Wellenlängen der einzelnen Linien an, ausgedrückt in Zehnmillionstel eines Millimeters. Für viele feinere physikalische Versuche werden diese Bestimmungen sehr werthvoll sein.

An dieser Stelle mag auch eine vergleichende Zusammenstellung neuerer Arbeiten über die Wellenlängen der Fraunhofer'schen Linien ihren Platz finden, welche Mascart gegeben hat. Zur besseren Vergleichung dieser von F. Bernard, Stefan, Angström, Ditscheiner, van der Willigen und Mascart ausgeführten Messungen sind die verschiedenen absoluten Werthe mit passenden Reductionscoefficienten multiplicirt worden, so daß der brechbarsten Linie der Gruppe D die Wellenlänge 0,5888 (der tausendste Theil des Millimeters als Einheit genommen) zukommt, wie Fraunhofer angegeben hat. Die auf diese Weise reducirten Werthe der Wellenlängen sind folgende:

| Linie | Bernard | Stefan | Angström | Ditscheiner | Van der Willigen. | Mascart |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0,7606 | 0,7590 | 0,76037 | — | 0,76033 | — |
| B | 0,6869 | 0,6865 | 0,68675 | 0,68705 | 0,68658 | 0,68666 |
| C | 0,6561 | 0,6551 | 0,65608 | 0,65589 | 0,65605 | 0,65607 |
| — | — | — | 0,58940 | 0,58944 | 0,58940 | 0,58943 |
| D | 0,5888 | 0,5888 | 0,5888 | 0,5888 | 9,5888 | 0,5888 |
| — | — | — | 0,52687 | — | 0,52683 | — |
| E | 0,5268 | 0,5248 | — | 0,52685 | — | 0,52679 |
| — | — | — | 0,52676 | — | 0,52663 | — |
| — | — | — | 0,51823 | — | 0,51823 | 0,51820 |
| b | — | 0,5182 | 0,51712 | 0,51713 | 0,51711 | 0,51706 |
| — | — | — | 0,51660 | — | 0,51656 | 0,51655 |
| F | 0,4859 | 0,4838 | 0,48599 | 0,48597 | 0,48601 | 0,48598 |
| G | 0,4306 | 0,4298 | 0,43058 | 0,43090 | 0,43078 | 0,43076 |
| H | 0,3968 | — | 0,39674 | 0,39669 | 0,39682 | 0,39672 |

Die absoluten Werthe der Wellenlängen von D sind folgende:

nach Angström . . . . . . . . 0,58944
„ Ditscheiner . . . . . . . 0,58989
„ Van der Willigen . . . 0,58926
„ Mascart . . . . . . . . . 0,58988
0,58882
} Tausendstel Millimeter.

Weiter muß erwähnt werden

der Nachweis von Absorptionsstreifen im Sonnenlicht nach dem Durchgange durch Chlorgas, welcher Morren neuerdings gelungen ist. Bekanntlich hat zuerst Brewster die Wahrnehmung gemacht, daß, wenn Sonnenlicht, welches durch eine Schicht gasförmiger salpetriger Säure hindurch gegangen ist, mit dem Prisma untersucht wird, im Spektrum desselben gegen 2000 schwarze Linien, ganz nach Art der Fraunhofer'schen, aber zum Theil schärfer und breiter auftreten. Aehnliche Erscheinungen wurden später an den Dämpfen von Brom, Jod und anderen Körpern gemacht. Die umfassenden Untersuchungen von W. A. Miller führten zu dem allgemeinen Resultate, daß nur farbige Gase und Dämpfe derartige Absorptionsstreifen bewirken können; indessen gelang es

früher nicht, solche Linien durch Chlorgas zu erzeugen und Robiquet, welcher eine große Anzahl von Gasen und Dämpfen in dieser Hinsicht untersucht hat, sagte 1859 in seinem Berichte über diese Arbeiten ausdrücklich: „Mit trocknem Chlorgas entstehen nicht die geringsten Spuren von Linien, selbst nicht bei Röhren von 4,5 Meter Länge.“ Morren hat dagegen die Absorptionsstreifen im Sonnenlicht schon beobachtet, nachdem er dieses durch eine nur 2 Meter lange, mit trocknem Chlorgas gefüllte Röhre hatte gehen lassen. Das zu diesen Beobachtungen benutzte Spektroskop, mit 5 Hoffmann'schen Prismen von 60° aus einem sehr stark zerstreuenden Flintglas ausgestattet, übertraf freilich auch die von den älteren Beobachtern angewandten Instrumente bei weitem.

Durch Vergleichung mit dem Spektrum des directen Sonnenlichtes gelang es Morren die Lage der Absorptionsstreifen genau anzugeben. Dieselben werden zuerst sichtbar im grünen Theile des Spektrums bei der Fraunhofer'schen Liniengruppe b; bei der in Kirchhoff's Zeichnung des Spektrums mit 1800 bezeichneten Doppellinie sind sie schon sehr deutlich. Sie wechseln vielfach nach Deutlichkeit, Breite und Gruppirung und erstrecken sich bis über die Lienie F hinaus, in die Nähe der Linie 2210. In diesem letzten Theile des Spektrums sind sie sehr zahlreich und ziemlich genau in gleichen Abständen geordnet. Jenseits dieser Linie 2210, im Blau, verschwindet das Spektrum vollständig; der Rest des Blau und das ganze Violett, also der an chemischen Strahlen reichste Theil des farbigen Sonnenspektrums, wird vom Chlor gänzlich absobirt.

Ferner mögen die Untersuchungen Mascart's über die Sichtbarkeit der ultravioletten Strahlen des Spektrums hier kurz besprochen werden. In dem Lichte, welches uns die Sonne zusendet, giebt es außer den Strahlen des farbigen Spektrums, dessen Grenzen in der Nähe der Fraunhofer'schen Linien A und G liegen, auch noch Strahlen von geringerer Brechbarkeit, als das Roth, sowie andererseits solche von größerer Brechbarkeit als die violetten. Jene bilden das Wärmespektrum, diese geben sich durch ihre chemischen Eigenschaften zu erkennen und außerdem sind sie es vorzugsweise, welche die Fluorescenzerscheinungen hervorrufen. Indessen sind die jenseits der Linien A und G liegenden Strahlen keineswegs total unsichtbar.

Bei Anwendung gewisser Vorsichtsmaßregeln sieht man zunächst noch einen rothen Streifen, der weniger brechbar ist, als die Linie A; derselbe ist freilich ziemlich schmal. Andererseits hat aber Helmholtz darauf aufmerksam gemacht, daß man bei ausschließlicher Anwendung von Prismen und Linsen aus Quarz (statt Glas) im ultravioletten Theile des Spektrums ziemlich Alles sehen kann, was früher nur durch die chemischen Wirkungen (Photographie) und die Fluorescenzerscheinungen nachgewiesen worden war. Die Färbung dieses Theiles des Spektrums ist je nach der Intensität der Lichtquelle und der Brechbarkeit der Strahlen verschieden, im Allgemeinen aber lavendelblaugrau.

Beim Sonnenlicht hat sowol das Wärmespektrum, als auch dasjenige der ultravioletten Strahlen ungefähr dieselbe Breite wie das farbige Spektrum; bei manchen künstlichen Lichtquellen ist das aber anders. Stokes hat mittels der Fluorescenzerscheinungen beim Spektrum des elektrischen Kohlenlichtes eine weit größere Ausdehnung, als beim Sonnenlicht nachgewiesen; ähnliches hat mittels der Photographie W. A. Miller für das Licht verschiedner Metalle, die er durch Inductionsfunken verflüchtigte, erkannt. Des photographischen Verfahrens hat sich auch Mascart bedient, um den Brechungsindex und die Wellenlänge ultravioletter Strahlen zu bestimmen. Zur Erzeugung des Funkens wandte derselbe eine sehr kräftige Inductionspirale an und schaltete in den inducirten Strom eine aus Leydener Flaschen gebildete Batterie ein; statt des Quarzes bediente er sich des Isländischen Doppelspathes, der für die ultravioletten Strahlen noch durchgänglicher zu sein scheint, als Quarz. Auf diese Weise erhielt er im ultravioletten Theile Spektra, die sechs bis sieben Mal so lang waren, als das gewöhnliche farbige Spektrum. Beim Thallium namentlich waren in diesem Theile zahlreiche Linien von auffallender Intensität zu bemerken.

Alle diese ultravioletten Strahlen sind nun für das Auge sichtbar, wenn die Lichtquelle gehörig intensiv ist, und wenn man fremdes Licht sorgfältig abhält. Indessen nehmen nicht alle Augen die Erscheinung in gleicher Weise wahr. Die meisten Beobachter sehen nur das erste ultraviolette Spektrum. Andere aber nehmen auch noch brechbarere Strahlen wahr,

wenn nur der Spektralapparat für die einzelnen Stellen gehörig eingestellt wird. Indessen bilden Augen, welche Strahlen von bedeutender Brechbarkeit noch sehen können, die entschiedene Minderheit; von 20 bis 30 Personen, welche Mascart in dieser Hinsicht prüfte, konnten nur drei die entlegneren Partien des ultravioletten Spektrums noch sehen, und diese drei waren alle kurzsichtig. Indessen ist die Kurzsichtigkeit keine ausreichende Bedingung für die Wahrnehmung solcher Strahlen. Einer der Beobachter, Isambert, vermochte noch die Strahlen des siebenten ultravioletten ordinären Spektrums im Isländischen Doppelspath zu erkennen und gab die einzelnen Linien desselben mit Bestimmtheit an. Mittels photographischer Abbildung des Spektrums überzeugte sich Mascart von der Richtigkeit dieser Angaben, aber es gelang ihm nicht, auf photographischem Wege die äußersten Linien zu reproduciren. Die Wellenlänge dieser brechbarsten, von Isambert noch wahrgenommenen Linien beträgt ungefähr 213 Milliontel eines Millimeters.

Wahrscheinlich würde es möglich sein, das Spektrum noch weiter zu verfolgen, wenn nicht unter dem Einflusse der elektrischen Funken die Prismen und Linsen des Spektralapparates fluorescent würden und nach allen Richtungen ein bläuliches Licht ausstrahlten, so daß das Gesichtsfeld nie völlig dunkel ist.

Was die Farbe der ultravioletten Strahlen anlangt, so erscheint sie für verschiedene Augen verschieden. Für ein wenig empfängliches Auge hat das erste Spektrum die graublaue Färbung der Leinblüthe, sogenannte Lavendelfarbe. Für die wenigen bevorzugten Beobachter, welche die entlegneren ultravioletten Spektra noch mit den Augen verfolgen konnten, erschien das erste derselben sehr purpurviolett gefärbt; die Farbe ging dann mehr und mehr ins lavendelgrau über, die letzten Strahlen hatten keine angebbare Färbung mehr und hoben sich blos noch durch ihre Intensität vom Hintergrunde ab.

Ueber die Dispersionskraft der Gase sind neuerdings im physikalischen Laboratorium der Fakultät der Wissenschaften zu Dijon durch Croullebois sehr interessante Versuche angestellt worden. Bisher hat man allgemein angenommen, daß beim Durchgange des nicht homogenen Lichtes durch ein Gas keine Dispersion oder Farbenzerstreuung stattfinde, daß der Brechungsexponent für den Uebergang aus einem Gase ins



andere von der Wellenlänge des Lichtes unabhängig sei, daß alle Strahlen gleich stark gebrochen werden. Diese Meinung stützte sich zunächst auf die älteren Bestimmungen des Brechungsexponenten für den Uebergang aus dem leeren Raume in atmosphärische Luft von verschiedener Dichtigkeit, welche Biot und Arago im Anfange dieses Jahrhunderts unternommen hatten, und auf die zahlreichen Messungen der Brechungsexponenten verschiedener Gase, welche später Dulong ausgeführt hat. Bei allen diesen Untersuchungen hatte sich keine Verschiedenheit der Brechungsindices für verschiedenfarbige Lichtstrahlen ergeben. Theoretisch stand jener Meinung auch Nichts im Wege; denn wenn gleich aus der Theorie der Fortpflanzung der Wellenbewegung sich für den Brechungsindex n eines Lichtstrahles von der Wellenlänge λ die Formel

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

ergiebt, der zufolge n im Allgemeinen mit λ veränderlich ist, so hindert das doch nicht, daß in speciellen Fällen die Größe b gleich Null ist, daß also n einen festen, von λ unabhängigen Werth a hat. Ja der berühmte Analytiker Cauchy, dem wir die mathematische Theorie des Lichtes hauptsächlich verdanken, übersandte sogar im August 1836 der Pariser Akademie ein Memoir, in welchem er die Nichtexistenz der Dispersion bei Gasen als eine Consequenz seiner Untersuchungen über die Theorie des Lichtes hinstellte.

Damals erhob allerdings Arago Widerspruch und versprach in einem Memoir zahlreiche und genaue Messungen zu veröffentlichen, durch welche die Dispersion der Gase außer Zweifel gestellt werden sollte. Indessen ist dieses Memoir nie erschienen und auch in den nachgelassenen Papieren Aragos hat man keine Arbeit über diesen Gegenstand gefunden. Ebenso wenig wissen wir Etwas über die Methode, deren sich Arago bei seinen Messungen bedient hat; wahrscheinlich sind es aber Zweifel an der Stichhaltigkeit derselben gewesen, die ihn von der Veröffentlichung abgehalten haben.

Auf Anregung Jamin's hat nun Croullebois eine Reihe von Versuchen zur Bestimmung der Brechungsindices verschiedener Fraunhofer'schen Linien in Gasen angestellt und

dabei eine merkliche Verschiedenheit derselben für ein und dasselbe Gas gefunden, woraus ersichtlich ist, daß diese Gase farbenzerstreuend wirken. Als Mittels bei diesen Messungen hat sich Croullebois der Interferenzerscheinungen bedient, doch kann auf eine nähere Beschreibung seines Verfahrens hier nicht eingegangen werden. Die Resultate seiner Untersuchungen enthält folgende Tabelle:

| | Brechungsindex für | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | die Fraunhofer'sche Linie | | |
| | weißes Licht im Mittel. | C | E | G |
| Atmosph. Luft | 1,0002944 | 1,0002575 | 1,0003042 | 1,0003157 |
| Kohlensäure | 1,000449 | 1,000395 | 1,000456 | 1,000496 |
| Sauerstoff | 1,0002719 | 1,000255 | 1,000294 | 1,000300 |
| Wasserstoff | 1,000138 | 1,000129 | 1,000140 | 1,000153 |
| Stickstoff | 1,0003019 | 1,000258 | 1,000302 | 1,000321 |
| Chlor | 1,000774 | 1,000699 | 1,000792 | 1,000840 |
| Cyangas | 1,000829 | 1,000804 | 1,000834 | 1,000895 |
| Schwefelwasserst. | 1,000639 | 1,000599 | 1,000647 | 1,000691 |
| Ammoniakgas | 1,000390 | 1,000374 | 1,000399 | 1,000444 |
| Kohlenoxydgas | 1,000344 | 1,000301 | 1,000350 | 1,000391 |
| Oelbildendes Gas | 1,000669 | 1,000652 | 1,000694 | 1,000702 |
| Sumpfgas | 1,000449 | 1,000412 | 1,000471 | 1,000502 |
| Schwefelkohlenstoffdampf | 1,001592 | 1,001489 | 1,001609 | 1,001795 |

Die mittleren Brechungsexponenten für weißes Licht stimmen bei den 6 ersten Gasen vollständig mit den früher von Dulong erhaltenen Werthen überein; bei den übrigen bemerkt man kleine Abweichungen.

Ueber die Spektra, welche verschiedene Gase in Geißler'schen Röhren zeigen, sind neuerdings wieder von A. Wüllner in Bonn Untersuchungen angestellt worden, und zwar haben sich dieselben zunächst auf Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff erstreckt.

Wasserstoffgas. Wenn man durch Wasserstoffgas, welches unter schwachem Drucke in einer Geißler'schen Röhre eingeschlossen ist, den Strom eines kleinen Rühmkorff'schen Inductionsapparates leitet und das Spektrum des leuchtenden Gases untersucht, so findet man, daß dasselbe im Wesentlichen aus drei hellen Linien besteht. Plücker, welcher dieses Spektrum

zuerst untersucht hat, hat diese drei Linien mit $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ bezeichnet. $H\alpha$ ist eine glänzende rothe Linie, welche die Stelle der Fraunhofer'schen Linie C einnimmt. $H\beta$ ist eine helle blaugrüne Linie und entspricht genau der Fraunhofer'schen Linie F; die blauviolette Linie $H\gamma$ endlich entspricht einer feinen dunkeln Linie kurz vor der Fraunhofer'schen Linie G. Außer diesen drei Linien tritt im Violett noch eine vierte, $H\delta$, auf, deren Lage wegen ihrer Lichtschwäche sich nicht genau bestimmen läßt.

Das eben beschriebene, aus getrennten hellen Linien bestehende, ist aber nicht das einzige Spektrum des Wasserstoffes. Außer diesem hat nämlich bereits Plücker noch ein zweites gefunden. Dasselbe ist continuirlich und tritt in Gestalt eines schwach erhellten, von äußerst zahlreichen, scharf begrenzten hellen Linien durchzogenen Feldes in der Nähe der Natriumlinie D auf. Sein Anfang liegt zwischen $H\alpha$ und D, ungefähr um $^4/_5$ des Zwischenraumes von $H\alpha$ entfernt, und der hinter D liegende Theil ist ungefähr halb so breit, als der vorhergehende. Anfangs glaubte Plücker, daß dieses Spektrum einem Reste von atmosphärischer Luft angehöre, der noch in der Röhre enthalten sei; bei seiner in Gemeinschaft mit Hittorf unternommenen Arbeit über die Spektra glühender Gase und Dämpfe erkannte er aber bald, daß dasselbe dem Wasserstoff angehöre. Auch für den Schwefel und Stickstoff wurde die Existenz zweier Spektra, eines continuirlichen mit schattirten Feldern und eines aus hellen, durch mehr oder weniger dunkle Zwischenräume getrennten Linien bestehenden nachgewiesen. Gewöhnlich werden diese beiden als Spektrum erster und zweiter Ordnung bezeichnet. Ueber das Spektrum erster Ordnung des Wasserstoffes sagt Plücker: „In einer alten Spektralröhre, welche sehr verdünntes Wasserstoffgas enthielt, erscheint der Grund, von welchem sich die drei charakteristischen Linien abheben, nicht immer von der gleichen Dunkelheit; zuweilen erscheinen neue glänzende Linien, besonders in der Nähe der Natriumlinien. Wir constatirten die Existenz eines neuen Wasserstoffspektrums, welches einer niedrigen Temperatur entspricht, aber keine Aehnlichkeit mit all den anderen Spektren erster Ordnung, dem des Stickstoffs, des Schwefels u. a. zeigt. In diesem Spektrum von eigenthümlichem Charakter beobachteten wir, wenn es voll=

ständig entwickelt war, eine große Zahl von scharf begrenzten, hellen Linien, fast zu zahlreich, um sie zählen oder zeichnen zu können, aber hell genug, um mit einer 72fachen Vergrößerung untersucht zu werden."

Dasselbe Spektrum erster Ordnung zeigte sich auch, als man die Entladung eines Rühmkorff'schen Inductionsapparates durch ein ¼ Zoll weites Rohr gehen ließ, welches Wasserstoff unter dem Drucke von 5 bis 10 Millimetern enthielt. In der Achse dieses Rohres zeigte sich eine bläulichweiße Lichtlinie. Als man dieselbe mit dem Prisma untersuchte, erblickte man das erwähnte Spektrum erster Ordnung, besonders traten zahlreiche helle Streifen zwischen roth und gelb auf. Von den drei Hauptlinien des Spektrums zweiter Ordnung war nur $H\beta$, aber schwächer als manche andere Linie sichtbar. Wurde aber eine Leydener Flasche mit steigender Ladung in den Strom eingeschaltet, so wurden alle drei Linien sichtbar, am hellsten $H\beta$, am schwächsten $H\gamma$.

Wüllner hat nun die Wahrnehmung gemacht, daß es außer diesen beiden noch ein drittes Wasserstoffspektrum giebt, welches weder in seinem Aussehen, noch in seiner Entstehungsweise mit den beiden beschriebenen übereinstimmt. Es zeigte sich dieses Spektrum zuerst ganz unerwartet in einer schon lange benutzten Wasserstoffröhre, das schön rothe Licht derselben ging plötzlich in weiß über, im Spektrum verschwand die violette Linie und ein continuirliches Spektrum trat an die Stelle des ursprünglichen. Dasselbe Spektrum erhielt Wüllner dann noch in einer Anzahl anderer Wasserstoffspektralröhren, immer dann, wenn sie bei gut wirkendem Inductionsapparate längere Zeit gebraucht worden waren und nun durch einen schwächeren Strom erleuchtet wurden.

Dieses dritte Spektrum zeigt an der wenigst brechbaren Grenze die rothe Linie $H\alpha$, rechts daneben ein ganz dunkeles Feld, dann beginnt um etwa 0,15 des Abstandes $H\alpha$—D von $H\alpha$ entfernt, das continuirliche Spektrum, welches nicht ganz bis $H\gamma$, also nicht bis zur Fraunhofer'schen Linie G reicht. In der rothen und gelben Partie lassen sich etwa 18 schön schattirte, mehr oder weniger breite Felder unterscheiden, von denen einzelne durch besondere Helligkeit ausgezeichnet sind. Die hellen Felder lassen selbst noch eine Menge feiner schwarzer Linien

erkennen, so daß möglicherweise bei Anwendung einer größeren Anzahl Prismen, wie Plücker bei seinen Versuchen gebraucht hat, diese Partie in lauter helle Linien zerfällt und mit dem Plücker'schen Wasserstoffspektrum erster Ordnung identisch ist.

Auf die rothgelbe Partie folgt zunächst ein schwach beleuchtetes grünes Feld, welches rechts durch einen helleren grünen Streifen begrenzt ist. Dann folgt bis zur Linie H$\beta$, welche immer sichtbar bleibt, ein schönes grünes, vielfach schattirtes Feld, welches durch seine Schattirung und die von dem dunkleren Hintergrunde sich abhebenden hellen Streifen, von denen besonders vier hervortreten, einen ganz stereoskopischen Eindruck macht. Einen ganz ähnlichen Charakter, wie diese Partie, zeigt das Grün im Stickstoffspektrum erster Ordnung, und nur eine ins Einzelne gehende Vergleichung läßt die Unterschiede erkennen.

Von H$\beta$ nach der blauen Seite hin reicht das Spektrum noch etwa bis zur Mitte des Raumes zwischen H$\beta$ und H$\gamma$, und es heben sich hier von einem schwach blauen Grunde noch vier hellere Streifen ab, von denen der zweite und vierte die hellsten sind. Die Linie H$\gamma$ ist nur zuweilen ganz schwach erkennbar.

Die Wahrnehmung von Plücker und Hittorf, daß das continuirliche Spektrum erster Ordnung einer niederen Temperatur angehört, als das aus einzelnen hellen Linien bestehende Spektrum zweiter Ordnung, legte die Vermuthung nahe, daß das neue von Wüllner beobachtete Spektrum einer noch niederen Temperatur angehöre. Das unerwartete Auftreten des neuen Spektrums in Röhren, die früher das Spektrum zweiter Ordnung gezeigt hatten, konnte dann seinen Grund in einem theilweisen Schmelzen der Elektroden haben, wodurch dem Inductionsstrome bei seinem Uebergange in das Gas ein größerer Widerstand entgegengestellt wurde. Um diese Vermuthung zu prüfen, wandte Wüllner dasselbe Mittel an, dessen sich Plücker und Hittorf bedient hatten, um das aus den charakteristischen Linien bestehende Spektrum hervorzurufen: die Einschaltung einer Leydener Flasche in den Strom. In Folge dieser Vorkehrung zeigte nun die Röhre ein flackerndes abwechselnd rothes und weißes Licht, und in dem rothen Licht ließen sich mit dem Spektrometer die Plücker'schen Linien erkennen.

Ganz vollständig gelang aber die Zurückführung des continuirlichen Spektrums in dasjenige zweiter Ordnung mittels der Holtz'schen Elektrisirmaschine. Ging der Strom einer solchen, ohne daß der Condensator aufgelegt wurde, durch die Wasserstoffröhren, so leuchteten sie in weißem Licht und gaben, wenn auch nur schwach, so doch im Grün deutlich, das beschriebene continuirliche Spektrum. Wurde aber der Condensator auf die Maschine gelegt, so daß der elektrische Funke in einzelnen Entladungen die Röhre durchsetzte, so wurde das Licht schön roth und im Spektrum waren nur die charakteristischen Linien erkennbar.

Nachdem so nachgewiesen war, daß das Licht des glühenden Wasserstoffgases je nach seiner, durch die Art der Entladung bedingten, verschiedenen Temperatur ganz verschieden sein kann, untersuchte **Wüllner** die Abhängigkeit dieses Lichtes von der Dichtigkeit des Gases. Zu dem Zwecke brachte er die Röhre, mit welcher die Versuche angestellt wurden, einerseits mit einem Wasserstoffentwickelungsapparate, andererseits mit einem Sprengel'schen Aspirator in Verbindung. Nachdem die Röhre mit trockenem Gase gefüllt worden war, wurde der Strom eines kleinen Rühmkorff'schen Inductionsapparates durch dieselbe geleitet, während sie gleichzeitig allmälig ausgepumpt wurde; der Druck des eingeschlossenen Gases wurde durch die Quecksilbersäule des Sprengel'schen Aspirators gemessen. Die Ergebnisse waren folgende:

Bei einem Drucke von 135 Millimeter vermochte der Strom den 1,4 Decimeter langen Zwischenraum zwischen beiden Elektroden zu durchdringen; das Licht der Röhre war weiß, aber zu schwach für spektroskopische Untersuchungen.

Bei Verminderung des Druckes nahm die Helligkeit stetig zu; bei 100 Millimeter Druck war die Intensität zu spektroskopischen Untersuchungen hinreichend. Die Farbe war bläulich weiß, bisweilen momentan röthlich; das Spektrum war continuirlich, beim röthlichen Aufflackern waren $H\alpha$ und $H\beta$ deutlich erkennbar.

Bei 70 Millimeter Druck war das Licht schon röthlich weiß und man konnte das oben beschriebene continuirliche Spektrum deutlich erkennen. Es zeigte sich zunächst $H\alpha$, daneben bis zur Hälfte des Abstandes $H\alpha$—D war das Gesichtsfeld

dunkel, dann folgte eine aus einer Reihe schön schattirter Streifen bestehende röthlich- bis grünlich-gelbe Partie, daneben wieder ein dunkles und dann bis H$\beta$ ein schwach helles grünes Feld, von welchem vier helle Streifen hervortraten. Hinter H$\beta$, bis H$\gamma$, war das Gesichtsfeld mit schwachem blauem Lichte erfüllt, in welchem zwei Streifen heller hervortraten, der erste in 0,3 des Abstandes H$\beta$—H$\beta$ hinter H$\gamma$, der zweite in der Mitte zwischen diesen zwei Linien.

Bei noch weiterer Verminderung des Druckes wurde das Licht noch intensiver, die Färbung röthlicher, das Spektrum immer schöner. Bei 52 Millimeter Druck zeigte sich das letztere ganz so, wie es oben beschrieben worden ist, am schönsten und hellsten aber war es bei etwa 30 Millimeter Druck.

Wurde die Verdünnung des Gases weiter fortgesetzt, so nahm die Helligkeit des continuirlichen Spektrums ab, während die drei Wasserstofflinien immer glänzender hervortraten. Bei einem Gasdrucke von 21 Millimeter waren die Linien H$\alpha$, H$\beta$ und H$\gamma$ sehr schön, die goldgelbe Partie des continuirlichen Spektrums war auch noch sehr gut ausgebildet, die grüne Partie aber so geschwächt, daß nur noch die hellen Streifen in derselben zu sehen waren. Neben H$\beta$ nach der brechbareren Seite zu konnte man nur noch die beiden hellsten Streifen erkennen.

Bei 10 Millimeter Druck waren von der goldgelben Partie nur die hellsten Streifen noch eben sichtbar, im Grün waren Andeutungen einzelner Streifen vorhanden, jenseits H$\beta$ konnte man kaum noch einen Streifen erkennen.

Bei 6 Millimeter Druck war außer den charakteristischen Linien die rothgelbe Partie noch eben sichtbar, im Grün war noch an zwei Stellen ein heller Schein zu sehen, ebenso waren zwischen H$\beta$ und H$\gamma$ noch eben die beiden schon erwähnten hellen Streifen sichtbar.

Bei noch weiter fortgesetzter Verdünnung des Gases bis zu 3 und 2 Millim. Druck behielten im Spektrum die charakteristischen Linien ihre Helligkeit, Alles übrige verschwand ziemlich ganz. Als aber der Druck immer weiter, bis auf den Bruchtheil eines Millimeters verringert wurde, nahm die Intensität der hellen Linien wieder ab und im Grün wurde wieder ein Theil des continuirlichen Spektrums in Form von fünf hellen Feldern sichtbar.

Die Beobachtungen bestätigen, daß in der That das beschriebene continuirliche Wasserstoffspektrum einer niederern Temperatur angehört, als das aus den drei hellen Linien bestehende; denn mit wachsender Dichtigkeit des Gases in der Röhre muß die Temperatur desselben niedriger werden, da einestheils der Inductionsstrom in dem dichteren Gase einen größeren Widerstand findet, andererseits eine größere Gasmenge zu erwärmen ist. Daß bei zu weit fortgesetzter Verdünnung des Gases das continuirliche Spektrum von Neuem auftritt, zeugt ebenfalls dafür, daß dasselbe einer niederen Temperatur angehört. Denn bei einer solchen Verdünnung wächst wieder der Widerstand, den der Strom erfährt, die Stromstärke und die Temperatur werden daher vermindert.

Wurde das Auspumpen der Röhre mittels des Sprengel'schen Aspirators noch weiter fortgesetzt, so wurde das Licht schwächer, die Farbe fahler und im Spektrum trat unter Schwächung aller übrigen die grüne Partie immer schöner hervor. Sie erschien in Form von sechs schön schattirten hellen Bändern, welche durch weniger helle Zwischenräume mit einander verbunden waren. Im Blau erschienen an den im continuirlichen Spektrum hellsten Stellen ebenfalls helle Felder, von denen eines in der Mitte zwischen $H\beta$ und $H\gamma$ in Gestalt säulenförmig gruppirter Linien sich zeigte.

Bei immer weiter fortgesetzter Verdünnung des Gases wurde das Licht plötzlich prächtig grün, wie das Licht einer Thalliumflamme und das Spektrum gewann ein ganz anderes Aussehen. Die rothe Linie $H\alpha$ war kaum noch sichtbar, die rothgelbe Partie des Spektrums völlig verschwunden und im Grün erschienen sechs prachtvolle Liniengruppen auf fast ganz dunkelm Grunde. Wüllner hat die Lage dieser Gruppen genau bestimmt und durch Vergleichung mit den Messungen der ähnlichen Spektra anderer Körper nachgewiesen, daß dieselben dem Wasserstoff eigenthümlich sind. Außer diesen Gruppen erkannte er noch an der Grenze des Grün, gegen das Gelb hin, eine schwach helle Partie. Auch gab es zwischen jenen sechs Gruppen noch einige schwache Linien. Rechts von $H\beta$, etwa eben so weit wie auf der andern Seite die sechste grüne Gruppe davon entfernt, lag eine schwache Linie. Darüber hinaus folgte ein beiderseits von schön schattirten hellen Bändern eingefaßtes

schwach blaues Feld und hinter demselben, nach einem ganz dunkeln Zwischenraume ein sehr schwaches Feld von beträchtlicher Breite. In der Gegend von $H\gamma$ wurde zuweilen noch ein schwacher Schein wahrgenommen.

Dieses Spektrum wurde immer dann beobachtet, wenn die Verdünnung des Gases bis zu der äußersten mit der Sprengel'schen Luftpumpe überhaupt erreichbaren Grenze vorgeschritten war. Der Widerstand in der Röhre war dann so groß, daß die positive Elektrode ganz glühend wurde, sich krumm bog und ein Ansehen gewann, als sei sie aus einzelnen Kugeln zusammengesetzt. Es gehört dieses Spektrum der höchsten Temperatur an.

Wenn die äußerste Verdünnung, bei welcher dieses Spektrum beobachtet wird, längere Zeit bestanden hatte, während die nach dem Gaszuleitungsrohre und nach der Luftpumpe zuführenden Hähne abgesperrt waren, so nahm bisweilen das Licht der Röhre wieder eine weiße Farbe an und zeigte ein continuirliches Spektrum, die rothgrüne Partie und der grüne Theil erschienen wieder. Die Dichtigkeit des Gases im Rohre war dessenungeachtet dieselbe geblieben, wie der Stand des Quecksilbers zeigte, wenn man den Hahn, der die Verbindung mit der Luftpumpe herstellte, öffnete. Trotzdem rief fortgesetztes Pumpen wieder das Linienspektrum hervor. Dieses letztere wurde auch erhalten, wenn man in den Inductionsstrom, der durch die Röhre geleitet wurde, eine Leydener Flasche einschaltete, oder wenn man sich des Funkens einer Holtz'schen Maschine mit aufgelegtem Condensator bediente.

Als einzige Quelle dieser Verschiedenheit des Spektrums kennen wir die Wärme, denn eine Zerfällung des Wasserstoffes in verschiedene Elemente wird man schwerlich annehmen wollen. Man sieht also, daß durch die Temperatur das Emissionsvermögen des Wasserstoffes in hohem Grade geändert wird. Die drei beschriebenen Spektra sind übrigens noch besonders dadurch merkwürdig, daß nicht allmälig das eine aus dem andern hervorgeht, indem etwa bei steigender Temperatur zu dem schon vorhandenen Licht noch neues hinzutritt. Vielmehr verschwinden mit wachsender Temperatur eben so gut verschiedene erst vorhandene Lichtmengen, während gleichzeitig andere neu auftreten.

Wenn das Wasserstoffgas bei relativ nicht hohen Tempe=

raturen und geringem Drucke so merkwürdig gestaltete Spektra zeigt, so muß es von großem Interesse sein, dieses Gas unter hohem Drucke und bei bedeutend höheren Temperaturen zu untersuchen. Diese Untersuchungen erhalten ein erhöhtes Interesse durch den Umstand, daß das Wasserstoffgas in großen Mengen in der Atmosphäre der Sonne, sowie auf der Oberfläche mancher veränderlichen Sterne wahrgenommen worden ist. Durch sorgfältiges Studium des Wasserstoffspektrums bei den verschiedensten Temperaturen und Vergleichung desselben mit den Spektren der Sonnenprotuberanzen und verschiedener Fixsterne und Nebel wird man hoffentlich in den Stand gesetzt werden, die Temperatur angeben zu können, unter der dieses Gas auf jenen Himmelskörpern sich befindet.

Derartige Untersuchungen sind es, welche in England von Ed. Frankland und J. N. Lockyer, in Frankreich durch Sainte-Claire Deville angestellt worden sind. Indessen sind dieselben noch nicht zum Abschlusse gekommen und wir müssen den Bericht über ihre Ergebnisse auf den nächsten Jahrgang des Jahrbuchs aufsparen.

Sauerstoff. Plücker hat in dem Spektrum einer mit reinem Sauerstoffgas gefüllten Geißler'schen Röhre eine Reihe heller Linien wahrgenommen, die vom Rothorange an bis ins Violett mit wechselnder Dichtigkeit gruppirt sind. Im Allgemeinen erfordert das Auftreten der hellen Linien dieses Spektrums eine ziemlich hohe Temperatur; zuerst, bei minderer Temperatur, erscheinen die am wenigsten brechbaren Linien, dann mit wachsender Temperatur die nach der violetten Seite hin gelegenen. Abgesehen von diesem mit steigender Temperatur verbundenen Erscheinen neuer Linien nahm aber Plücker, auch bei seinen später in Gemeinschaft mit Hittorf ausgeführten Versuchen, immer nur dasselbe Sauerstoffspektrum wahr.

Dagegen ist es Wüllner gelungen, mittels des Inductionsstromes drei verschiedene Spektra des Sauerstoffes zu erhalten, je nachdem das Gas in der Geißler'schen Röhre eine größere oder geringere Dichtigkeit besitzt.

Die Versuche wurden in derselben Weise angestellt, wie beim Wasserstoff. Es zeigte sich aber zunächst, daß zum Durchgange des Stromes eine viel stärkere Verdünnung des Gases nothwendig war, als beim Wasserstoff. Während das Wasser-

stoffgas schon bei 135 Millimeter Druck vom Inductionsstrome durchlaufen wurde, erfolgte beim Sauerstoffe ein continuirlicher Durchgang erst bei etwa 46 Millimeter; das weißliche Licht der Röhre war aber dabei noch zu schwach für spektroskopische Untersuchungen. Erst bei 28 bis 30 Millimeter Druck war eine solche möglich. Das Licht enthielt sechs helle Linien, eine fleischrothe, für den Sauerstoff charakteristische, welche Plücker $O\alpha$ genannt hat, zwei grüne, zwei blaue und eine violette. Nach längerem Durchgange des Stromes wurde noch eine zweite, bereits von Plücker angegebene rothe Linie sichtbar.

Bei Verminderung des Druckes traten immer mehr Linien auf.

Bei 25 Millimeter erschienen noch drei schwächere grüne Linien. Bei 18—20 Millim. wurde die Farbe des Lichtes etwas violett, die Intensität hatte zugenommen, und im Spektrum traten außer den früheren Linien noch zwei orange, zwei schwache gelblich-grüne, eine schwach blaue und eine schwach violette Linie am Ende des Spektrums auf.

Bei 6 Millimeter Druck erschienen noch einige neue Linien, namentlich eine blaugrüne und eine violette, weiter als die vorher erwähnte abgelenkte.

Das Bemerkenswertheste aber war das Auftreten eines continuirlichen Spektrums, welches sich als schwach leuchtendes Feld insbesondere im Grün, aber auch anderwärts kund gab.

Bei fortgesetzter Druckverminderung wurden diese hellen Felder deutlicher sichtbar, ohne daß die hellen Linien an Intensität abnahmen. Wenn der Druck nur noch Bruchtheile eines Millimeters betrug, so bildete der Hintergrund des Linienspektrums ein aus mehreren schön schattirten Feldern bestehendes Spektrum erster Ordnung. Diese Felder lagen im Grün und Blau und dem entsprechend war auch die Farbe der Röhre eine grünlichere geworden.

Setzt man das Auspumpen des Gases immer weiter fort, bis der Druck desselben nicht mehr meßbar ist, so ändert sich in ähnlicher Weise wie beim Wasserstoff der Charakter des Spektrums plötzlich: die continuirlichen Felder verschwinden und an ihrer Stelle oder daneben treten, namentlich im Grün und Blau, prachtvolle Liniengruppen auf.

Am schönsten kann man die beiden neuen Spektra des Sauerstoffes mittelst der Holtz'schen Maschine gewinnen.

Läßt man den Strom derselben, ohne Anwendung des Condensators, durch die mit äußerst verdünntem Gase gefüllte Röhre gehen, so zeigt sich das continuirliche Spektrum ohne helle Linien; legt man aber den Condensator auf, so geht dasselbe mit einem Schlage in das Linienspektrum über.

Von den drei Spektren des Sauerstoffs gehört das continuirliche der niedrigsten, das von Plücker beschriebene einer höhern Temperatur an; der höchsten Temperatur aber entspricht das aus Liniengruppen gebildete, bei der größten Verdünnung des Gases auftretende.

Stickstoff. Um das Spektrum des Stickstoffs zu erhalten, bediente sich Wüllner einer mit trockener atmosphärischer Luft gefüllten Röhre. Schon Plücker hat nämlich constatirt, daß diese dasselbe Spektrum liefert, wie reines Stickgas. Mit dem Rühmkorff'schen Inductionsapparate vermochte Wüllner nur ein einziges Spektrum zu erhalten, welches namentlich im Blau und Violett sehr schöne Schattirungen zeigte, die schon Plücker beschrieben hat..

Bei Anwendung der Holtz'schen Maschine ohne Condensator zeigte sich ebenfalls dieses Spektrum, wurde aber der Condensator aufgelegt, so trat ein aus einzelnen hellen Linien bestehendes Spektrum zweiter Ordnung auf, welches ebenfalls bereits von Plücker und Hittorf beobachtet worden ist. Dasselbe erschien auch bei Einschaltung einer Leydener Flasche in den Kreis des Inductionsstromes.

Beim Stickstoff genügt also die durch die verschiedene Dichtigkeit des Gases bewirkte Temperaturänderung nicht, das Spektrum zu ändern, sondern es ist dazu der Durchgang größerer Elektricitätsmengen nöthig. Es ist deshalb gerechtfertigt, mit Plücker und Hittorf anzunehmen, daß durch die plötzliche Entladung großer Elektricitätsmengen eine besondere allotropische Modification des Stickstoffes gebildet wird, welche das Spektrum zweiter Ordnung liefert, die aber wieder in die gewöhnliche zurückkehrt, sobald die Temperatur des Gases sich erniedrigt.

An dieser Stelle müssen auch die Beobachtungen über

die Spektra der Blitze Erwähnung finden, welche in letzter Zeit von Kundt angestellt worden sind. Derselbe

bediente sich dazu eines kleinen Hoffmann'schen Taschenspektroskopes, von dem das Fernrohr abgenommen worden war, so daß dasselbe nur noch Spalt, Linse und 5 Prismen enthielt. Das Auge sah dann das Spektrum zwar nicht vergrößert, aber dafür sehr hell und scharf. Der Spalt des Instrumentes wurde auf diejenige Gegend des Himmels gerichtet, in der die meisten Blitze auftraten. Es kam daher in der Regel nicht das directe Licht des Blitzes ins Spektrum, sondern nur das von den Wolken reflectirte.

Unter den beobachteten Blitzen gab nun eine Anzahl ein Spektrum, welches aus scharf markirten hellen Linien bestand. Unter diesen traten besonders hervor: eine, zuweilen zwei Linien im äußersten Roth, einige sehr helle Linien im Grün und einige weniger helle im Blau.

Indessen zeigte eine genauere Vergleichung, daß nicht in allen Linienspektren genau dieselben Linien auftraten.

Die bei weitem größere Anzahl von Blitzen gab aber ein ganz anderes Spektrum, bestehend aus einer großen Anzahl schwächerer, etwas breiterer und ziemlich gleichmäßig nahe an einander liegenden Banden. Auch diese Bandenspektra stimmten indessen nicht alle überein, bei vielen zeigten sich die Banden besonders im Blau und Violett, bei andern kamen sie aber auch noch im Grün und selbst vereinzelt im Roth vor.

Einige Male hat Kundt sogar Gelegenheit gehabt, die beiden wesentlich verschiedenen Spektra, das Linien- und das Bandenspektrum, bei einem und demselben Blitz, und zwar rasch hintereinander, wahrzunehmen.

Was die relative Häufigkeit beider Spektra betrifft, so kamen bei einem am 10. Aug. 1868 in Zürich beobachteten Gewitter auf 6 Linienspektra 11 Bandenspektra. Erstere traten immer dann auf, wenn ein deutlicher Zickzackblitz zu sehen war, letztere bei allgemeinem Aufleuchten ohne bestimmte Funkenbahn.

Mit den Blitzen der ersten Art war gewöhnlich ein lauter kurzer Donner verbunden, bei denen der zweiten Art war der Donner nicht so laut und gleichmäßiger rollend.

Es liegt nahe, die verschiedenen Spektra des Blitzes zu vergleichen mit den Spektren, welche bei verschiedenen elektrischen Entladungen auftreten.

Das Spektrum des elektrischen Funkens einer Elektrisirmaschine oder eines Inductionsapparates besteht aus einer Anzahl heller Linien, die zum Theil von glühenden Theilchen des Gases herrühren, durch welches der Funke schlägt, zum Theil auch von losgerissenen und ins Glühen gerathenen Theilchen der Elektroden. Die der letzteren Ursache ihren Ursprung verdankenden Linien treten gewöhnlich nur in unmittelbarer Nähe der Elektroden auf, während die Gaslinien längs der ganzen Bahn des Funkens gleichmäßig sichtbar sind.

Anders gestaltet sich das Spektrum, wenn die elektrische Ausgleichung durch Büschel- oder Glimmentladung erfolgt. Schimkow hat vor einigen Jahren das Spektrum dieser Entladungsarten näher untersucht und gefunden, daß dasselbe, wenn die Entladung in atmosphärischer Luft erfolgt, nur von glühendem Stickstoff herrührt und übereinstimmt mit dem Spektrum, welches Plücker und Hittorf bei ihren Untersuchungen über das Licht der Geißler'schen Röhren als zweites Spektrum der ersten Ordnung des Stickstoffs beobachtet haben. Es bestand dasselbe, übereinstimmend mit einem Theile der von Kundt beobachteten Blitzspektren, aus gleichmäßigen, namentlich im Blau und Violett gelegenen Banden.

Spektra, wie Kundt sie an einigen Blitzen wahrnahm, die ebenfalls aus Banden, aber auch im Roth und Grün gelegen, bestanden und die dem ähnlich waren, welches Plücker und Hittorf als erstes Spektrum erster Ordnung des Stickstoffs bezeichnen, nahm zwar Schimkow bei seinen Versuchen nicht wahr. Gleichwol ist nach den erwähnten Versuchen von Wüllner wohl kaum daran zu zweifeln, daß auch sie dem Stickstoff angehören und daß ihre etwas abweichende Form nur eine Folge einer andern Dichtigkeit der Luft oder einer andern Intensität der Elektricität ist.

Dasselbe gilt auch von den Spektren der Funkenblitze. Dieselben können allerdings durch die Natur der Elektroden möglicherweise geändert werden. Indessen würden Wolken, zwischen denen der Blitz überschlägt, immer dieselbe Wirkung haben, da sie nur Wasserstoff und Sauerstoff liefern können. Die Erde dagegen würde, je nach der Stelle an welcher der Blitz einschlägt, verschieden wirken.

Ueber die Nachweisung des Schwefels mit dem

Spektroskope hat G. Salet im physikalischen Laboratorium des Akademikers Würtz in Paris Untersuchungen angestellt.

Die blaue Flamme, mit welcher Schwefel in gewöhnlicher Luft verbrennt, liefert ein continuirliches Spektrum.

Wenn man aber Schwefeldampf in eine Wasserstoffflamme einleitet und das Licht derselben dann spektroskopisch untersucht, so erhält man ein sehr schönes, ziemlich complicirtes Spektrum, auf welches Mülder im Jahre 1864 zuerst aufmerksam gemacht hat. Dasselbe zeigt sich indessen nicht in demjenigen Theile der Flamme, zu welchem der Sauerstoff Zutritt hat, sondern im innern Kern, wo eine verhältnißmäßig niedrige Temperatur herrscht. Diese Partie der Flamme ist übrigens auch dem Auge durch eine schön blaue Färbung kenntlich. Dieses Schwefelspektrum besteht aus einer Menge ziemlich gleichweit von einander abstehender glänzender Linien im Grün und Blau. Auf der Seite des Violett gruppiren sich diese Linien zu Banden. In dem von Salet angewandten Instrumente befanden sich die Kaliumlinien K$\alpha$ und K$\beta$ an den Theilstrichen 13 und 163 der Skala, die gelbe Natriumlinie Na $\alpha$ (der Fraunhofer'schen D entsprechend) lag bei 50. Die feinen Linien begannen hier im Gelb und gingen bis ungefähr zum Theilstrich 120, ohne daß sich eine davon wesentlich vor den übrigen hervorhob; nur waren die den drei Theilstrichen 95, 103, 113 entsprechenden etwas heller. Die erste, leicht auflösliche Bande nahm den Raum von 124 bis 127 ein, eine zweite sehr charakteristische ging von 134 bis 140, eine dritte von 145 bis 152, und außerdem zeigten sich noch weniger helle Banden zwischen 159 und 165 und im äußersten Violett bei 176.

Es muß bemerkt werden, daß Plücker und Hittorf in der schon oben erwähnten Untersuchung von Geißler'schen Röhren ebenfalls zwei Spektra für den Schwefel nachgewiesen haben, ein continuirliches und ein aus hellen Streifen bestehendes. Ueber die in Aussicht gestellte Vergleichung seiner Resultate mit den Plücker-Hittorf'schen hat indessen Salet zur Zeit noch Nichts veröffentlicht.

Das beschriebene Linienspektrum des Schwefels erscheint auch, wenn man eine Wasserstoffflamme gegen die Oberfläche eines Schwefelsäurebades richtet, ferner wenn man Schwefelsäure-

dampf oder auch schwefelige Säure in eine solche Flamme leitet.

Dieselbe spektroskopische Reaction tritt auch ein, wenn man eine Wasserstoffgasflamme gegen einen Krystall von schwefelsaurem Natron oder Ammoniak, Alaun, Gyps und dergl. richtet. Auch manche Sulfite und Hyposulfite zeigen diese Reaction, nicht aber der schwefelsaure Baryt. Bei diesen Versuchen muß man sich erinnern, daß die charakteristische Reaction des Schwefels sich in dem kälteren Theile der Flamme zeigt; aus diesem Grunde muß man auch die Contactstelle mit der Flamme öfters ändern, damit die Oberfläche des festen Körpers nicht zu stark erhitzt wird.

Die Schwefelreaction zeigt sich auch öfters beim Verbrennen von Wasserstoffgas in einem Probirröhrchen. Dieses rührt einestheils von dem Schwefelgehalt vieler Glassorten her, anderntheils erklärt es sich durch den Umstand, daß nach den Untersuchungen von Gernez die Schwefelsäure zu den Substanzen gehört, welche man in der atmosphärischen Luft antrifft. Wahrscheinlich ist letzteres die Hauptursache, denn man kann mittels der Spektralanalyse den Schwefel fast auf allen Gegenständen nachweisen, die dem Staube der Pariser Atmosphäre längere Zeit ausgesetzt waren, während auf dem Lande die charakteristische Schwefelflamme, selbst beim Contact des brennenden Wasserstoffes mit Glas, seltener auftritt.

Wegen dieser ungemeinen Verbreitung des Schwefels muß natürlich beim spektroskopischen Nachweise desselben in anderen Körpern mit großer Vorsicht verfahren werden.

Schließlich mag hier noch Erwähnung geschehen der durch A. Wüllner bewirkten künstlichen Darstellung eines Spektrums mit einer einzigen dunkeln Linie. Nach der Kirchhoff'schen Theorie der Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspektrum verdanken dieselben ihre Entstehung der Absorption des vom glühenden Sonnenkern ausgestrahlten Lichtes gewisser Wellenlängen durch die ebenfalls glühende Sonnenatmosphäre. Wenn die letztere uns allein ihr Licht zusendete, so müßten dieselben Stellen, an denen wir dunkle Linien erblickten, uns hell auf dunkeln Grunde erscheinen. Eine derartige Umkehrung des Spektrums ist in der That während der totalen Sonnenfinsterniß im Aug. vor. J. von einzelnen Beobachtern wahrgenommen worden.

Der hier zu beschreibende Versuch Wüllner's, durch welchen ein Spektrum mit einer einzigen dunkeln Linien erhalten wurde, besteht nun im Folgenden.

Durch eine Geißler'sche Spektralröhre der gewöhnlichen Form wurden in rascher Folge mit Hilfe einer Holtz'schen Maschine die Entladungsfunken einer Leydener Flasche von etwa einem Quadratfuß innerer Belegung bei sehr kleiner Schlagweite durchgesandt. Bei der Beobachtung der Röhre mit dem Spektroskope sah man das Spektrum des eingeschlossenen Gases.

Bei Vergrößerung der Schlagweite trat die helle Natriumlinie zu dem Gasspektrum hinzu und durch passende Regulirung der Schlagweite konnte dieselbe weit heller als das Gasspektrum gemacht werden.

Vergrößerte man die Schlagweite um ein Geringes, so traten zu den erwähnten hellen Linien noch die hellen Linien des Calciumspektrums in einer Schärfe und Schönheit, wie man sie wohl auf keinem anderen Wege erhalten kann.

Eine geringe Vergrößerung der Schlagweite änderte die ganze Erscheinung. Dem bloßen Auge erschien jetzt die Lichtlinie in der Spektralröhre von blendender Helligkeit, so daß sie, selbst bei Tageslicht betrachtet, ein lang andauerndes Nachbild im Auge zurückließ. Im Spektroskop zeigte diese Lichtlinie ein bedeutendes helles continuirliches Spektrum, in welchem jedoch die Stelle der Natriumlinie vollständig dunkel erschien.

Diese dunkle Linie entstand genau ebenso wie nach Kirchhoff's Theorie die Fraunhofer'schen Linien entstehen. Betrachtete man nämlich die Innenwand der Röhre, so zeigte sich dieselbe von losgerissenen Glassplittern stark corrodirt. Diese durch die kräftigen Entladungsschläge losgerissenen Glassplitter kamen durch dieselben zum lebhaften Glühen, und das Licht dieser glühenden festen Theile lieferte das blendende continuirliche Spektrum. Da aber das Natrium des Glases theilweise verflüchtigt wird, so erfolgt das Glühen der festen Theile in einer ebenfalls glühenden Natriumdampfatmosphäre, und diese ist es, welche das dem Natrium eigenthümliche Licht der festen glühenden Theile absorbirt und so die dunkle Natriumlinie im Spektrum erzeugt. Zunächst wird also die glühende Natriumatmospäre gebildet, welche die helle Linie giebt; dann aber entsteht

die viel heller leuchtende, aus festen Theilen gebildete Lichterscheinung und mit ihr die Umkehrung der Natriumlinie.

Eine Umkehrung der Calciumlinien hat Wüllner nicht wahrnehmen können. Er vermuthet, daß dieses seinen Grund in der zu geringen Dichtigkeit des Calciumdampfes haben möge, welche die Absorption nicht so stark werden läßt, daß eine Umdrehung der hellen Calciumlinien eintritt.

## Photographie.

Schon vielfach sind Versuche gemacht worden, auf mechanischem Wege durch ein Druckverfahren mit fetten Farben Photographien zu vervielfältigen. Bei früheren Versuchen dieser Art wurde als Druckplatte entweder lithographischer Stein oder Metall verwendet. Derartige Platten nehmen aber die Farbe nur dann auf, wenn sie mechanisch oder chemisch gekörnt worden sind, und dieses Korn ist in der Regel viel gröber, als die unsichtbaren Punkte sind, aus denen die schattirten Partien der Silberphotographien bestehen.

Tessié de Mothay und Maréchal haben bei dem von ihnen erfundenen phototypischen Verfahren diesen Uebelstand zu vermeiden und einen Druck ohne sichtbares Korn zu erzielen versucht, indem sie als Druckplatte ein Gemisch von Fischleim, Gelatine und Gummi benutzen, welches mit einem geeigneten chromsauren Salze versetzt und dann in einer gleichmäßigen Schicht auf einer gut geebneten Metallplatte ausgebreitet wird.

Die erwähnten Salze sind dreifach chromsaure Alkalien, aber nicht rein, sondern mit reducirenden Substanzen, wie Ameisensäure, Gallussäure, Pyrogallussäure u. s. w. oder deren löslichen Salzen, oder noch besser mit unterschwefligsauren, schwefeligsauren, phosphorigsauren und unterphosphorigsauren Salzen versetzt. Statt dessen können auch dreifach chromsaures Kali und Quesicklberchlorid, sowie Quecksilberchromate angewandt werden; doch schwärzen sich in diesem Falle die Bilder in negativem Sinne, weshalb man, um positive Drucke zu erhalten, auch Positive anwenden muß.

Wenn die Metallplatte mit dem Ueberzuge bedeckt ist, so wird sie einige Stunden in einem Raume, dessen Temperatur

ungefähr 50° C. beträgt, erwärmt. Die unmittelbar das Metall berührenden Theile der Gelatineschicht werden dabei unlöslich und so fest, daß die Schicht den Druck der Druckwalze aushält.

Die so präparirte Schicht wird nun unter einem Negativ der Wirkung des Lichtes ausgesetzt. Die Dauer der Belichtung ist ungefähr dieselbe wie bei Chlorsilber, richtet sich aber nach Tages- und Jahreszeit.

Nach dem Belichten werden die Platten erst längere Zeit gewaschen und dann in der Wärme getrocknet. Nunmehr wird die fette Farbe (Druckerschwärze) aufgetragen, entweder mit dem Ballen oder mit der Walze. Wie bekannt haben die chromsauren Salze die Eigenschaft, die Gelatine im Lichte unlöslich und für Wasser undurchdringlich zu machen. Die so veränderten Stellen nehmen nun die fette Farbe auf, während das Wasser in den Poren der unverändert gebliebenen Partien das Anhaften der Farbe verhindert, wodurch die weißen Stellen erzeugt werden.

Solche Platten halten nun durchschnittlich 75 gute Abdrücke aus. Diese geringe Zahl ist offenbar eine schwache Seite des ganzen Verfahrens, die aber weniger fühlbar wird, weil sich die Druckplatten durch ein einfaches Copirverfahren leicht und rasch vermehren lassen.

Das Copiren der Druckplatten erfolgt auf nachstehende Weise.

Man breitet auf Glas, Papier oder sonst einer Unterlage eine Schicht Tannin-Collodium (die nähere Beschaffenheit dieser Substanz wird nicht angegeben) aus und sensibilisirt durch Auflegen eines Negativs oder Positivs. Am Sonnenlichte geschieht dies augenblicklich, bei künstlicher Beleuchtung dauert es einige Sekunden. Das Bild wird nun entwickelt, verstärkt und fixirt. Dann nimmt man ein Blatt trockener Gelatine, benetzt es und legt es sorgfältig an das Collodium, auf welchem die Copie des Vorbildes erzeugt ist. Die Gelatine klebt dabei mit dem Collodium zusammen und haftet so fest an demselben, daß man letzteres von seiner Unterlage abheben kann.

Diese Copie auf Gelatine dient nun wieder als Positiv- oder Negativbild zur Anfertigung neuer Copien, und zwar ohne Zwischenlage eines Glases oder sonst eines durchsichtigen Bild-

trägers. Man kann durch dieses Verfahren an einem Tage, bei natürlichem oder auch bei künstlichem Lichte, mehrere hundert Copien von größter Feinheit erhalten.

Dieses Druckverfahren mit Druckerschwärze oder anderen fetten Farben wird in dem Atelier von Maréchal in Metz schon seit ein Paar Jahren mit verhältnißmäßig gutem Erfolge geübt.

Bedeutender aber als alle früheren Leistungen auf dem Gebiete der Heliographie ist der photographische Glasdruck (Photohyalographie) von Joseph Albert in München. Soviel bis jetzt bekannt geworden, besteht das Verfahren in folgenden Operationen. Eine etwa 5/8 Zoll dicke Glastafel wird mit einer Lösung von

| | |
|---|---|
| Eiweiß . . . . . . . | 150 Th. |
| Gelatine . . . . . . | 15 „ |
| doppelt chromſ. Kali . . | 8 „ |
| in Wasser . . . . . . . . | 300 „ |

überzogen, getrocknet und auf einer Unterlage von schwarzem Tuch etwa 2 Stunden lang dem Lichte ausgesetzt. Sodann überzieht man sie mit einer neuen Lösung von

| | |
|---|---|
| Gelatine . . . . . . | 300 Th. |
| doppelt chromſ. Kali . . | 100 „ |
| in Wasser . . . . . . . . | 1800 „ |

trocknet und belichtet unter einem Negativ, wobei man die Strahlen senkrecht auffallen läßt. Nach hinreichender Belichtung wird die Platte gewaschen und wie ein lithographischer Stein mittels Walze mit fetter Farbe bedeckt, um in der lithographischen Presse abgedruckt zu werden.

Eine und dieselbe Platte gestattet mehr als 1300 gute Abdrücke. Dieselben haben ganz das Aussehen von Photographien und unterscheiden sich vortheilhaft von allen früheren mechanischen Abdrücken, die Maréchal'schen allenfalls ausgenommen, durch Weichheit der Halbtöne und völlige Abwesenheit des störenden Kornes, verbunden mit großer Klarheit in den Schattenpartien. Der Ton der Bilder ist ebenso verschieden wie bei wirklichen Photographien; manche zeigen einen schönen Purpurton, andere gleichen Arrowrootbildern, wieder andere Eiweiß-

bildern. Die Abdrücke sind zum Theil matt, zum Theil glänzend, kurz die von dem Albert'schen Atelier gelieferten Proben (Porträts, Architekturbilder, landschaftliche Darstellungen, nach der Natur sowohl, wie nach Zeichnungen oder Radirungen aufgenommen) zeigen, daß das Verfahren für die verschiedensten Arten photographischer Bilder anwendbar ist. Die Abdrücke sind theils auf Kreidepapier, theils auf dünnes Papier, theils auf Carton abgezogen.

E. Duchemins Emailphotographie. Im December 1868 hat E. Duchemin der französischen Akademie eine Anzahl in Email eingebrannter Zeichnungen und Photographien vorgelegt, die nicht wie die früheren Emails auf Metall, sondern auf Glas angebracht sind. Das Email, dessen er sich hierzu bedient, wird hergestellt aus

| | | |
|---|---|---|
| Arsenik . . . . | 30 | Gewichtsth. |
| Salpeter . . . . | 30 | " |
| Sand . . . . | 90 | " |
| Bleiglätte . . . | 250 | " |

Eine mit solchem Email überzogene Glastafel eignet sich sehr zur Herstellung unvergänglicher Schriftzüge, Zeichnungen u. s. w. Wenn man die Schrift, Zeichnung oder dergl. darauf gebracht hat, so genügt es, die Tafel eine Minute lang in einer offenen Muffel der Hitze auszusetzen und die Züge sind eingebrannt.

Für die Photographie haben diese emaillirten Glastafeln den großen Vorzug, daß sie sich vollkommen eben herstellen lassen, was bei den emallirten Metallflächen nicht der Fall war. Auf letzteren konnte man daher die Photographie auch nicht direct herstellen, sondern man mußte sie von einem Collodiumhäutchen erst übertragen. Das ist bei dem Duchemin'schen Verfahren nicht nöthig. Wenn die emaillirte Glastafel polirt ist, so kann man, je nach dem speciellen photographischen Verfahren, entweder in der Camera obscura oder unter einem belichteten Negativ oder Positiv, auf ihr direct die Bilder hervorrufen.

Soll z. B. mit doppeltchromsauren Kali gearbeitet werden, so bereitet man sich eine Auflösung von

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 4 Gramm | . . . . | Gummi |
| | 1 „ | . . . . | Honig |
| | 3 „ | . . . . | doppeltchromſ. Kali in Kryſtallen |
| in | 100 „ | . . . . | Waſſer. |

Die wohl filtrirte Löſung wird auf der Emailfläche ausgebreitet, man läßt ſie trockenen und ſetzt dann die ſo vorgerichtete Fläche dem Lichte aus. Um das Bild zu entwickeln pudert man die Fläche nach dem Belichten mittels eines Dachshaarpinſels mit einem Pulver von folgender Zuſammenſetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kobaltoxyd . . . . . | 10 | Gramm |
| Eiſenoxydoluloxyd . . | 90 | „ |
| Mennige . . . . . . | 100 | „ |
| Sand . . . . . . . . | 30 | „ |

Hierauf taucht man die Platte in verdünnte Salzſäure (5 Th. Säure auf 100 Th. Waſſer), wäſcht dann mit reinem Waſſer ab und läßt trocknen. Nunmehr wird die Platte auf eine möglichſt glatte Gußeiſenplatte, die mit einer Schicht Kreide bedeckt iſt, gelegt und etwa eine Minute lang in eine hinlänglich ſtark erhitzte Muffel eingebracht. Das Bild iſt dann vollſtändig fixirt und eingeſchmolzen und man braucht nun blos noch die Platte mit den gewöhnlichen Vorſichtsmaßregeln erkalten zu laſſen.

## Polariſation des Lichtes.

Jamin's neues Polariſationsprisma. Eines der bequemſten und ſicherſten Mittel, um ein ungefärbtes, vollkommen polariſirtes Strahlenbüſchel zu erhalten, iſt das Nicol'ſche Prisma. Dieſe jetzt in allen Polariſationsapparaten angewandte Vorrichtung beſteht bekanntlich aus zwei Prismen von Isländiſchem Doppelſpath, welche durch eine Schicht Canadabalſam zuſammengekittet ſind. Das in das erſte Prisma eintretende Licht wird durch den doppelt brechenden Kalkſpath zerlegt in zwei rechtwinklig zu einander polariſirte Lichtſtrahlen, den ordentlichen und den außerordentlichen Strahl. Der erſtere wird aber von der Balſamſchicht total reflectirt und nur der außerordentliche Strahl durchdringt das Prisma.

Der französische Akademiker Jamin hat nun durch den bekannten Mechaniker Henri Soleil einen Apparat fertigen lassen, der das Nicol'sche Prisma in seinen verschiedenen Verwendungen zu ersetzen vermag. Derselbe besteht in einem kleinen parallelepipedischen Glasgefäß, welches mit Schwefelkohlenstoff gefüllt ist und in welchem unter einem passenden Neigungswinkel eine sehr dünne Platte von Doppelspath aufgestellt wird. Der Schwefelkohlenstoff wirkt hier ebenso wie bei dem Nicol die Balsamschicht; der eine der polarisirten Strahlen erleidet beim Uebergange aus dem Doppelspath in die Flüssigkeit eine totale Reflexion und nur der andere geht durch letztere hindurch.

Da dieser Apparat nur eine ganz dünne Kalkspathplatte erfordert, so ist er verhältnißmäßig billig herzustellen. Außerdem gestattet derselbe ein sehr großes Gesichtsfeld.

Circularpolarisation im Benzyl. Arago machte zuerst, im Jahre 1811, die Wahrnehmung, daß beim Durchgange eines geradlinig polarisirten Lichtstrahles durch eine senkrecht zur Achse geschnittene Bergkrystallplatte eine Drehung der Polarisationsebene eintritt, deren Betrag, wie Biot nachwies, der Dicke der Platte proportional, deren Sinn aber bei verschiedenen Quarzkrystallen ein verschiedener ist. Die Größe der Drehung ist außerdem von der Farbe des Lichtes abhängig.

Fresnel erklärte später diese Erscheinung durch die Annahme, daß der in den Bergkrystall eintretende und parallel zur krystallographischen Hauptachse sich bewegende, geradlinig polarisirte Lichtstrahl in zwei cirkularpolarisirte Lichtstrahlen von gleicher Amplitude aber entgegengesetzter Drehungsrichtung zerfalle, d. h. in zwei Strahlen, deren Aetherteilchen kreisförmige, auf der Fortpflanzungsrichtung rechtwinklig stehende Bahnen von gleichen Halbmessern beschreiben. Wenn, wie weiter angenommen wurde, beide Strahlen sich mit ungleicher Geschwindigkeit im Quarz fortsetzen, so wird durch ihre Interferenz beim Austritt zwar wieder ein linear polarisirter Strahl erzeugt, aber die Polarisationsebene ist eine andere geworden: Pflanzt sich nämlich der rechts cirkulare Strahl schneller fort, so ist die Polarisationsebene nach rechts gedreht, geht dagegen der links cirkulare Strahl rascher, so ist die Polarisationsebene links gedreht. Airy hat später aus der Fresnel'schen Annahme alle

Einzelnheiten der Erscheinungen analytisch abgeleitet und die erwähnte Theorie hat damit ihre Bewährung gefunden.

Der Bergkrystall (Quarz) war lange Zeit der einzige Körper, welcher in festem Zustande die Cirkularpolarisation zeigte, während man durch die Untersuchungen von Biot und Th. J. Seebeck bald eine größere Anzahl flüssiger Körper und Auflösungen fester Körper kennen lernte, die ebenfalls diese Eigenschaft haben. Indessen hat 1854 Marbach die Cirkularpolarisation auch noch nachgewiesen am chlorsauren Natron, chromsauren Natron und am essigsauren Uranoxyd-Natron. Es ist bemerkenswerth, daß diese drei Körper im tesseralen Systeme krystallisiren, während die Quarzkrystalle dem hexagonalen Systeme angehören. Im Jahre 1857 hat Des Cloizeaux auch an den Krystallen des Zinnobers, die der rhomboëdrischen Abtheilung des hexagonalen Systemes angehören, und an den quadratischen Krystallen des schwefelsauren Strychnins (mit 13 Aequiv. Wasser) die Cirkularpolarisation nachgewiesen.

Neuerdings hat nun derselbe Forscher gefunden, daß auch die Krystalle des Benzyls ($C_{14}$ $H_{10}$ $O_2$,) eines von Laurent 1835 aus dem Bittermandelöl hergestellten Körpers, die Polarisationsebene drehen. Die von Des Cloizeaux untersuchten Krystalle waren von Zinin in Petersburg hergestellt und ungewöhnlich groß (13 Millimeter lang und über 7 Millimeter dick); Farbe schwefelgelb, Härte 1,5; sehr zerbrechlich; spec. Gew. bei 15° C. = 1,23; durchscheinend und von homogener Struktur. Die Krystallform des Benzyls ist hexagonal: eine hexagonale Säule, von deren Basiskanten drei abwechselnde durch ein Rhomboëder von ungefähr 80° abgestumpft sind, während die übrigen Kanten durch je zwei Flächen ersetzt sind. Die Krystalle waren alle rechts drehend, und zwar etwas stärker als Quarz. Legt man Fizeau's Bestimmung (von 1864) zu Grunde, daß eine einen Millimeter starke Quarzplatte die Polarisationsebene der Natriumlinie D um 21°,76 ablenkt, so ergiebt sich aus Des Cloizeaux's Versuchen, daß eine einen Millimeter starke Benzylplatte so viel wirkt, wie eine 1,15 Millimeter starke Bergkrystallplatte.

Beim Quarz, welcher bald links-, bald rechtsdrehend ist, hat J. Herschel zuerst auf den Zusammenhang zwischen Krystallform und Drehungsrichtung aufmerksam gemacht. An den

Krystallen des Bergkrystalles nämlich, die im Wesentlichen aus einer Combination der hexagonalen Säule mit der hexagonalen Pyramide bestehen, treten noch die gegen die Achsen des Krystalles unsymmetrisch gelegenen Flächen b und d auf, deren Durchschnittskanten mit den Flächen a, c und e parallel sind. Diese parallelen Schnittkanten haben aber entweder die in Fig. 12 A oder die bei dem Krystalle B durch den Pfeil angedeutete Richtung. Die Krystalle der ersten Art sind links drehend, d. h. wenn man durch zwei hinter einander aufgestellte Nicol'sche Prismen homogenes Licht gehen läßt, dann das Ocularprisma so lange dreht, bis das Gesichtsfeld dunkel erscheint und hierauf eine senkrecht zur Achse geschnittene Platte eines solchen Krystalles zwischen beide Nicol's bringt, so erscheint das Gesichtsfeld wieder hell und man muß den Ocular-Nicol entgegengesetzt der Richtung der Zeiger einer Uhr drehen, um wieder Dunkelheit zu erhalten. B ist dagegen ein rechts drehender Krystall.

Fig. 12.

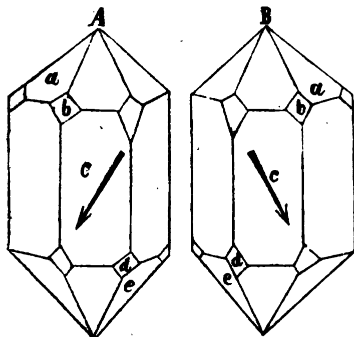
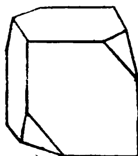



Fig. 13.



Bei dem chlorsauren Natron, welches optisch rechts drehend ist, finden sich ebenfalls unsymmetrische Flächen (Tetraederflächen) an die Hauptform, einen Würfel, angesetzt. (Fig. 13).

An den Zinnober-Krystallen, welche bald links-, bald rechtsdrehend sind, hat Des Cloizeaux keine derartigeen Flächen bemerkt, ebensowenig an den Benzyl-Krystallen und an den stets links drehenden Krystallen des schwefelsauren Strychnins.

Uebrigens sind die Benzyl-Krystalle stark doppeltbrechend, und zwar positiv; es ist nämlich für die Natronlinie D bei 14° C.

der Brechungsindex

| des ordinären Strahles | des extraordinären Strahles |
|---|---|
| 1,6588 | 1,6784. |

Fizeau hat ferner gefunden, daß dieselben sich stark ausdehnen, und zwar in Richtung der Hauptachse ungefähr $9^1/_2$ Mal, senkrecht zu dieser Richtung aber ungefähr 5 Mal so stark, als Platin.

Ob es außer rechts drehenden auch links drehende Benzylkrystalle giebt, das ist noch eine offene Frage; die Untersuchung von 4 oder 5 Krystallen, welche Des Cloizeaux zur Verfügung hatte, und die sämmtlich rechts drehend waren, entscheidet noch Nichts.

Ob ferner die alkoholische Lösung des Benzyles ebenfalls Cirkularpolarisation zeigt, konnte nicht untersucht werden, weil das Quantum der vorhandenen Substanz zu gering war. Bis jetzt ist daher das schwefelsaure Strychnin der einzige Körper, der sowohl in fester Form, als auch in Lösung Drehungsvermögen zeigt.

Als eine interessante Anwendung der Cirkularpolarisation ist an dieser Stelle

Zöllners Methode der Farbenbestimmung der Gestirne zu erwähnen. Eine physikalisch genaue Charakterisirung der Farbe einer Lichtquelle erhält man, wenn das Licht derselben mit einem Prisma zerlegt und für jede Stelle des Spektrums die Intensität des Lichtes bestimmt wird. Eine derartige Charakterisirung des Lichtes der verschiedenen Lichtquellen würde eine wesentliche Ergänzung der Spektralanalyse bilden, insofern diese nur die Lage der verschiedenen hellen oder dunkeln Linien, nicht aber die Lichtintensität der leuchtenden Theile des Spektrums bestimmt.

Dieses leistet nun allerdings die von F. Zöllner zur Bestimmung der Farben der Gestirne angewandte Methode nicht, wohl aber gestattet dieselbe die Farbe des Lichtes irgend welcher Lichtquelle in allgemein vergleichbarer Weise durch einen Winkel auszudrücken. Sie beruht auf dem Satze, daß eine senkrecht zur Hauptachse geschnittene Bergkrystallplatte, welche zwischen zwei Nicol'sche Prismen gebracht wird, dem Lichte einer Lichtquelle verschiedene Färbungen er-

theilt. Da nämlich die Drehung der Polarisationsebene, welche die Bergkrystallplatte dem durchgehenden Strahle ertheilt, nicht für alle Farben gleich ist, so wird jede der Farben des Spektrums der Lichtquelle bei einer anderen Drehung des Nicols verschwinden und einer jeden Stellung dieses Nicols wird eine besondere Mischfarbe angehören. Es wird daher immer möglich sein, den Ocularnicol so zu stellen, daß das Licht einer zur Vergleichung genommenen Lichtquelle — bei Zöllners Untersuchungen die Flamme einer Petroleumlampe — genau dieselbe Farbennüance zeigt, wie die zu untersuchende Lichtart. Der Winkel, welchen die Hauptschnitte der beiden Nicol mit einander bilden, charakterisirt alsdann die Farbe der zu untersuchenden Lichtquelle. Sollen die Angaben verschiedener Instrumente mit einander verglichen werden, so muß allerdings noch die Dicke der zur Verwendung kommenden Quarzplatten, ferner der Umstand, ob dieselben rechts- oder linksdrehend sind, in Rechnung gezogen werden. In den beiden von Zöllner benutzten Apparaten haben die Bergkrystallplatten 5,056 und 5,082 Millimeter Dicke; beide sind linksdrehend. Da bei der Schätzung der Farbe die Intensität eine sehr wichtige Rolle spielt, schwächt Zöllner das Licht der künstlichen Lichtquelle nach der in seinen astrophotometrischen Untersuchungen angewandten Methode (s. den 2. Jahrg. dieses Jahrb S. 22. u. f.) soweit ab, daß sie derjenigen des zu untersuchenden Lichtes gleich kommt.

Nach diesem hier in seinen Grundzügen skizzirten Verfahren hat nun Zöllner in den letzten 8 Jahren zahlreiche Farbenbestimmungen an 37 Sternen (Fixsternen und Planeten) vorgenommen, deren Resultate im April vorigen Jahres veröffentlicht worden sind.

Magnetische Polarisationsdrehung. Eine der bedeutendsten Entdeckungen des 1867 verstorbenen Physikers M. Faraday ist die Drehung der Polarisationsebene durch den Magnetismus. Noch bevor die abstoßenden Wirkungen der Magnetpole auf nicht magnetische Körper entdeckt waren, wurde durch diese Wirkung ein Einfluß des Magnetismus auf andere Körper nachgewiesen. Faraday's Fundamentalversuch bestand bekanntlich darin, daß er zwischen die Pole eines kräftigen hufeisenförmigen Elektromagneten ein 54 Millimeter langes Stück sogenannten „schweren Glases“ (kieselborsaures

Bleioxyd) brachte. Diesseits und jenseits des Glases war ein Nicol'sches Prisma angebracht, und zwar derart, daß der durch das erste Prisma linear polarisirte Strahl die ganze Länge des Glases etwas oberhalb der Pole des Magneten durchlaufen mußte. So lange durch die Windungen des Elektromagneten kein Strom ging, war das Glas ohne Einfluß auf die Lage der Polarisationsebene: bei gekreuzten Nicol's erschien, durch das Ocularnicol beobachtet, das Gesichtsfeld dunkel, mochte das Glas zwischen den Nicols stehen oder nicht. Sobald aber der Magnetismus des Elektromagneten erregt war, wurde das Gesichtsfeld hell und man mußte das Ocularnicol etwas drehen, um wieder Dunkelheit zu erhalten. Diese Drehung der Polarisationsebene dauert nur so lange, als das Glas sich unter dem Einflusse des Magnetismus befindet. Was die Richtung derselben betrifft, so muß man das Ocularnicol nach rechts oder links drehen, je nachdem der diesem Nicol zunächst liegende Magnetpol ein Nordpol oder ein Südpol ist.

Zwischen dieser Drehung der Polarisationsebene durch den Magnetismus und derjenigen Drehung, welche beim Durchgange des Lichtes durch Quarz, einige andere feste Körper und verschiedene Flüssigkeiten beobachtet wird, findet aber ein wesentlicher Unterschied statt. Im letzteren Falle findet nämlich die Drehung immer in demselben Sinne im Bezug auf die Fortpflanzungsrichtung des Strahles statt; wenn also ein polarisirter Lichtstrahl z. B. in eine Quarzplatte eindringt und auf der anderen Seite reflectirt wird, also wieder zurückgehen muß, so erfolgen die Drehungen beim Hin- und Zurückgange des Strahles in absolut entgegengesetztem Sinne und heben sich auf. Anders ist es, wenn die Drehung unter dem Einflusse des Magnetismus erfolgt. Dann sind die Drehungen beim Hin- und Zurückgange des Strahles absolut gleich gerichtet, sie summiren sich also und man sieht leicht ein, wie dieser Umstand benutzt werden kann, um verhältnißmäßig bedeutende Drehungen hervorzurufen. Zu diesem Zwecke versilberte Faraday die Ein- und Austrittsflächen an dem Glase bis auf zwei kleine Stellen, die so lagen, daß der an der ersten eingetretene Strahl nach mehrmaliger Reflexion im Innern an der anderen Stelle austrat.

Da nach Ampère's Theorie der Magnetismus seinen Grund

in elektrischen Strömen hat, so lag die Vermuthung nahe, daß auch ein elektrischer Strom die Polarisationsebene des Faraday'schen schweren Glases zu drehen vermöge. Es gelang auch Faraday gleich nach der ersten Entdeckung, diese Wirkung des Stromes nachzuweisen. Legt man in eine gewöhnliche Magnetisirungsspirale ein etwa 6 Centimeter langes Stück Flintglas mit geschliffenen und polirten Enden, bringt beiderseits ein Nicol'sches Prisma an der Spirale an, läßt in Richtung der Achse Licht durch die Spirale gehen und kreuzt die Nicol's, so erscheint das Gesichtsfeld dunkel. Sobald man aber durch die Spirale einen kräftigen Strom leitet, wird das Gesichtsfeld wieder hell und wenn wieder Dunkelheit eintreten soll, so muß der Beobachter den Ocularnicol nach derjenigen Richtung drehen, nach welcher der Strom kreist.

Das Faraday'sche Glas ist nicht der einzige Körper, welcher unter dem Einflusse des Magnetismus oder des elektrischen Stromes drehend auf die Polarisationsebene wirkt. Wie schon erwähnt, äußert Flintglas dieselbe Wirkung und ebenso borsaures Bleioxyd; doppeltbrechende Krystalle zeigen die Drehung nur, wenn das Licht in der Richtung der optischen Achse hindurchgeht. Ferner zeigen zahlreiche Flüssigkeiten, insbesondere alkoholische und wässrige Lösungen die Fähigkeit unter dem Einflusse des Magnetismus die Polarisationsebene zu drehen. Faraday's urspüngliche Vermuthung, daß bei den Lösungen das Lösungsmittel allein wirke„ ist durch spätere Untersuchungen nicht bestätigt worden; Bertin und Verdet haben gefunden, daß unter übrigens gleichen Umständen Lösungen bald stärker, bald schwächer drehen als das Lösungsmittel allein.

Bemerkenswerth ist die Thatsache, daß Gase zwischen den Polen auch der stärksten Magnete die Fähigkeit, die Polarisationsebene zu drehen, nicht erlangen; nur festen Körpern und Flüssigkeiten wird dieselbe ertheilt.

Nach Faraday haben verschiedene andere Physiker sich mit dieser Erscheinung beschäftigt. Zunächst änderten Ed. Becquerel und Bertin die Faraday'schen Versuche mehrfach ab und fügten den von Faraday beobachteten manche neue interessante Thatsache zu. Insbesondere entdeckte Bertin zwei wasserfreie Flüssigkeiten, welche ein bedeutendes magnetisches

Drehungsvermögen besitzen: das Zinnchlorid und den Schwefelkohlenstoff, und außerdem suchte er auch das Gesetz zu ermitteln, nach welchem die Drehung mit der Dicke der vom Licht durchlaufenen Schicht und mit der Intensität des Magnetismus sich ändert.

Wiedemann studirte ausschließlich die Wirkung eines elektrischen Stromes, welcher eine Drahtspirale durchlief, in deren Achse sich die Substanz befand, durch welche der polarisirte Strahl hindurch ging. Aus diesen Untersuchungen ergab sich das Gesetz, daß die Drehung der Polarisationsebene der Stromstärke proportional, aber für Licht von verschiedener Wellenlänge verschieden ist; sie ist nämlich, ebenso wie die beim Quarz zu beobachtende Drehung, kleiner für Strahlen von größerer Wellenlänge oder für die weniger brechbaren Strahlen.

Ferner beschäftigten sich Edlund, Matteucci und Wertheim mit der Untersuchung des Einflusses, den eine Aenderung des Molekularzustandes der vom polarisirten Lichtstrahl durchlaufenen Körper auf die magnetische Polarisationsdrehung ausübt. Es stellte sich heraus, daß durch starken Druck das Drehungsvermögen vermindert und selbst ganz vernichtet werden kann. Insbesondere zeigte Wertheim, daß das magnetische Drehungsvermögen eines Körpers in dem Maße abnimmt, als er durch mechanische Einwirkung von außen her aufhört, homogen oder optisch isotrop zu sein und folglich doppeltbrechend wird. Anderntheils bemerkte derselbe, daß das mechanische Drehungsvermögen bei denjenigen Körpern am stärksten auftrete, an denen die Doppelbrechung am schwächsten ist.

Die ausführlichsten Untersuchungen hat aber der für die Wissenschaft zu früh verstorbene Verdet angestellt. Die Ergebnisse derselben sind in vier in den Jahren 1854 bis 1863 erschienenen Abhandlungen enthalten und bereits zum Theil in die Lehrbücher übergegangen. Es sei hier nur an den Fundamentalsatz erinnert, daß die Drehung der Intensität des Magnetismus proportional ist, ein Satz, den schon Faraday hypothetisch angenommen hatte.

Was nun die Theorie der magnetischen Polarisationsdrehung anlangt, so haben sich vom Anfange an zwei Ansichten gegenüber gestanden. Der einen Ansicht zufolge sind kräf-

tige Magnete im Stande, die Molekularbeschaffenheit durchsichtiger Körper abzuändern, so daß diese nunmehr dieselbe Eigenschaft erlangen, welche Quarz, Terpentin und andere Körper schon von Natur besitzen. Der anderen Ansicht nach, die von Faraday selbst vertreten wurde, wirkt der Magnetismus direct auf den zwischen den Körpermolekülen befindlichen Aether. Faraday führt als Hauptargument gegen die ersterwähnte Ansicht den bereits früher berührten Unterschied zwischen der Drehung der Polarisationsebene im Quarze und ähnlichen Substanzen und der magnetischen Polarisationsdrehung an, daß nämlich die Richtung der ersteren von der Richtung, nach welcher sich der Lichtstrahl bewegt, abhängt, letztere aber nicht. Durch verschiedene Betrachtungen war auch De la Rive zu derselben Ansicht über die Ursache der Erscheinung gelangt und sprach dieselbe in seinem Lehrbuch der Elektricitätslehre (1853) aus. Doch machte derselbe schon damals darauf aufmerksam, daß die Gegenwart der wägbaren Materie nothwendig sei zur magnetischen Wirkung auf den Aether, weil im luftleeren Raume eine derartige Wirkung nicht stattfindet. Da überdies die Größe der magnetischen Rotationsdrehung nach der Natur und dem physischen Zustande der wägbaren Materie verschieden ist, so hielt es De la Rive für wahrscheinlich, daß dieselbe durch Vermittelung der wägbaren Theile auf den Aether zustande komme. Auch bemerkte derselbe bei dieser Gelegenheit, daß die Dichtigkeit des Aethers in den durchsichtigen Substanzen einen großen Einfluß auf die Erscheinung haben müsse, weil die Drehung am stärksten sei bei den Substanzen, welche das Licht am stärksten brechen. Verdet hat indessen später nachgewiesen, daß diese Regel mancherlei Ausnahmen erleidet und De la Rive hat bei seinen neuen Untersuchungen über diesen Gegenstand, die wir gleich besprechen werden, noch ein zweites Moment gefunden, welches vereint mit der Dichtigkeit des Aethers die Drehung der Polarisationsebene beeinflußt und daher bei deren Berechnung in Anschlag zu bringen ist.

An dieser Stelle mag auch der im Jahre 1863 von C. Neumann in einer besonderen Schrift (Die magnetische Drehung der Palarisationsebene des Lichtes. Halle) entwickelten Theorie gedacht werden. Nach derselben wird diese Drehung bewirkt durch die in den Körpern inducirten Molekularströme,

welche ihrerseits wieder auf die im Innern der Körper schwingenden Aetheratome einwirken.

Bei der Wiederaufnahme seiner Untersuchungen über die magnetische Polarisationsdrehung lenkte De la Rive seine Aufmerksamkeit zuerst auf das Verhältniß zwischen dem Molekularzustande des Körpers und ihrem magnetischen Drehungsvermögen. Zunächst constatirte er die Thatsache, daß durch die Einwirkung der Elektricität der Molekularzustand eines Körpers derart verändert werden kann, daß er sein magnetisches Drehungsvermögen ganz verliert, während bei Körpern, denen durch Druck oder Zug dieses Vermögen entzogen wurde, dasselbe wiederkehrt, sobald die mechanische Wirkung aufhört. Als er ein Kronglas-Prisma, welches durch die Entladung eines Rühmkorff'schen Apparates durchbohrt worden war, zwischen die Pole eines Elektromagneten brachte, fand er, daß dasselbe sein Drehungsvermögen fast ganz verloren hatte. Aehnliche Erfahrungen wurden auch mit Flintglas und schwerem Faraday'schen Glase gemacht. Der Durchgang einer starken elektrischen Entladung prägt also isolirenden durchsichtigen Substanzen eine bleibende Molekularveränderung ein, derjenigen ähnlich, welche ein Druck oder Zug zeitweilig bewirkt.

Diese Entdeckung hat auch, noch etwas früher, Morren in Marseille gemacht.

Merkwürdigerweise ist diese Aenderung des Molekularzustandes nicht beschränkt auf diejenigen Theile des durchsichtigen Körpers, welche dem Wege des Entladungsschlages nahe liegen, sondern sie erstreckt sich durch die ganze Masse, auch wenn dieselbe verhältnißmäßig bedeutend ist; De la Rive experimentirte z. B. mit Prismen bis zu 65 Centimeter Länge, 40 Centimeter Breite und 30 Centimeter Dicke. Im bloßen Ansehen konnte man keine Aenderung in den von der Durchgangsstelle des Entladungsschlages entfernten Theilen wahrnehmen. An dieser Stelle selbst zeigte sich ein kleiner, den Weg der Elektricität bezeichnender, geschlängelter Riß. Die in unmittelbarer Nähe befindlichen Glastheile hatten ihre Durchsichtigkeit zum Theil verloren; aber merkwürdigerweise hatten gerade sie das magnetische Drehungsvermögen behalten, denn sie erschienen schwarz, wenn der polarisirte Lichtstrahl sie bei gekreuzten Nicols durchdrang, wurden aber unter der Wirkung des Magnetismus wieder hell.

Bei Flüssigkeiten versuchte De la Rive vergeblich solche Veränderungen des magnetischen Drehungsvermögens hervorzurufen. Er schickte zu diesem Zwecke bald in transversaler, bald in longitudinaler Richtung bei leitenden Körpern, wie Zinkchlorid, starke Ströme, bei Isolatoren, wie Schwefelkohlenstoff, dagegen starke Entladungen eines Rühmkorff'schen Inductionsapparates durch die Flüssigkeit; der Effect blieb aber immer Null.

Aus diesem negativen Resultate schließt De la Rive, daß das magnetische Drehungsvermögen nicht Folge eines veränderten Molekularzustandes sein könne. „Denn die Flüssigkeiten, welche nicht einer solchen Modification fähig zu sein scheinen, zeigen dessenungeachtet das Phänomen der magnetischen Polarisationsdrehung im höchsten Grade."

Im Zusammenhange mit diesem Satze steht die von D la Rive durch verschiedene Versuche als richtig bewiesene Erklärung, daß die Langsamkeit, mit welcher manche Körper, namentlich das Faraday'sche Glas, bei aufhörender Wirksamkeit des Magneten ihr Drehungsvermögen verlieren, nicht zugeschrieben werden darf einer mehr oder weniger langsamen Rückkehr in den ursprünglichen molekularen Gleichgewichtszustand, der durch den Magnetismus gestört war, sondern daher rührt, daß der Magnetismus nicht plötzlich aufhört. Bei Anwendung eines bloßen spiralförmigen Stromes hört die Drehung der Polarisationsebene sofort mit dem Aufhören des Stromes auf.

Es ist schon oben bemerkt worden, daß De la Rive vor Jahren bereits auf den Zusammenhang zwischen dem Brechungsvermögen und dem magnetischen Drehungsvermögen aufmerksam gemacht hat, daß aber seine neuesten Untersuchungen ihm gezeigt haben, daß noch eine andere Eigenschaft der Körper auf das magnetische Drehungsvermögen von wesentlichem Einflusse zu sein scheint, nämlich das specifische Gewicht. Zu dieser Ansicht wurde De la Rive vorzüglich durch die Wahrnehmungen geführt, die er am Thalliumalkohol machte. Diese merkwürdige, zuerst von Lamy hergestellte Flüssigkeit bewirkte nämlich unter dem Einflusse des Magnetes eine Drehung der Polarisationsebene um 16°, während Schwefelkohlenstoff unter gleichen Umständen nur eine Drehung von 8° hervorrief. Damit stimmen auch die von Lamy erhaltenen Resultate überein, welcher beim Thalliumalkohol eine Drehung von

17⁰, beim Schwefelkohlenstoff nur eine solche von 9⁰ beobachtete. Sonach ist das magnetische Drehungsvermögen des Thalliumalkoholes noch größer, als das des schweren Faraday'schen Glases, welches blos etwa $1^1/_2$ mal so stark ist, als dasjenige des Schwefelkohlenstoffes. Dagegen dreht Thalliumglas die Polarisationsebene unter magnetischem Einflusse weniger, als das Faraday'sche Glas; bei gleich langen Stücken Faraday'schen und Thalliumglases beobachtete nämlich De la Rive Drehungen von 8⁰ und 6⁰. Allerdings war das Thalliumglas etwas gehärtet und dadurch vielleicht sein Drehungsvermögen ein Wenig geschwächt.

Während aber das magnetische Drehungsvermögen des Thalliumalkoholes etwa doppelt so groß ist, als dasjenige des Schwefelkohlenstoffes, ist das Lichtbrechungsvermögen beider Substanzen nur unerheblich verschieden. Nach Lamy ist nämlich der mittlere Brechungsindex des Thalliumalkoholes = 1,677 und der des Schwefelkohlenstoffes beträgt nach Verdet für die Linie D 1,633. Dieser geringe Unterschied reicht offenbar nicht aus, die bedeutende Differenz der magnetischen Drehungsvermögen beider Substanzen zu erklären. Eine der charakteristischen Eigenschaften des Thalliumalkoholes ist aber sein großes specifisches Gewicht von 3,55; nach dem Quecksilber ist derselbe der schwerste bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Körper. Aus den Versuchen, welche früher von Matthiesen angestellt worden, ergiebt sich nun gleichfalls, daß unter vielen Glassorten die specifisch schwersten auch das magnetische Drehungsvermögen am stärksten zeigten, und andere Beobachter haben für verschiedene Flintglassorten dasselbe Gesetz nachgewiesen. Außer der Dichtigkeit des Aethers scheint also auch die der Substanz selbst einen wesentlichen Einfluß zu üben.

Dieser doppelte Einfluß tritt in charakteristischer Weise bei der Vergleichung der drei Substanzen: Schwefelkohlenstoff, Thalliumalkohol und Chlorkohlenstoff zu Tage.

Chlorkohlenstoff, obwol von größerer Dichte (1,53) als Schwefelkohlenstoff (1,263) hat dennoch ein geringeres magnetisches Drehungsvermögen, allein sein Brechungsindex (1,466) ist auch erheblich kleiner als derjenige des Schwefelkohlenstoffes (1,633).

Andererseits hat Thalliumalkohol ein doppelt so großes

magnetisches Drehungsvermögen als Schwefelkohlenstoff, obwol sein Brechungsindex den der letzteren Substanz wenig übertrifft; dafür ist er aber bedeutend dichter.

Aus seinen Untersuchungen leitet nun De la Rive folgende allgemeine Schlüsse bezüglich der magnetischen Polarisationsdrehung ab;

„1. Daß diese Phänomene nur auftreten können, wenn der Aether in einem wägbaren Körper eingeschlossen ist, darin eine gewisse Dichtigkeit besitzt und gleichförmig vertheilt ist, weil sie nicht stattfinden im Vacuo, so wenig wie in elastischen Flüssigkeiten, noch in Substanzen, die nicht optisch isotrop sind.

„2. Daß die Molekularconstitution der Körper ebenfalls einen Einfluß auf die magnetische Polarisationsdrehung ausübt, entweder direct, indem die Natur der Theilchen auf den Zustand des intermolekularen Aethers, besonders seine Dichte einwirkt, oder direct, indem die Dichtigkeit einer Substanz, unabhängig vom Zustande des darin enthaltenen Aethers, Einfluß hat auf die Intensität dieser Polarisation.

„3. Aus diesem kann man schließen, daß die Wirkung des Magnetismus und der elektrischen Ströme bei den in Rede stehenden Phänomen auf den Aether stattfindet, nicht geradezu, sondern vermittelt durch die wägbaren Theilchen, wodurch sich erklärt, weshalb unter gleichen Umständen der Effect desto bedeutender ist, je dichter der Körper, d. h. je gedrängter seine Theilchen liegen, jemehr Angriffspunkte auf den Aether vorhanden sind, und weshalb, je nach der Natur der Theilchen, die Drehung in dem einen oder dem andern Sinne geschieht, wie Verdet entdeckt hat."

---

# Wärmelehre.

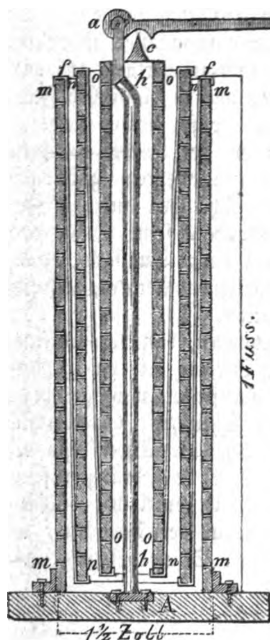
## Neue Thermometer.

Wir beschreiben hier zunächst ein vom Ingenieur F. Pfeifer construirtes Metallthermometer von wesentlich anderer Einrichtung, als das in dem vorigen Jahrg. dieses Jahrb.

erwähnte, aus einer Anzahl Rhomben von Eisen- und Zinkblech zusammengesetzte.

Mehrere gut durchlöcherte Zinkröhren m, n, o, welche der Luft möglichst leichten und freien Durchgang gestatten, stecken so in einander, daß zwischen je zweien ein mäßiger Zwischenraum übrig bleibt. Die äußerste Röhre m ist unten auf einer soliden Unterlage A befestigt; von ihrem oberen Rande aus dagegen gehen drei schmale Eisenlamellen f nach dem unteren Rande der nächstinneren Röhre n und dienen dieser als Träger, und in ganz gleicher Weise wird jede Röhre von der sie zunächst umgebenden getragen. Die sämmtlichen Röhren bilden so ein zusammenhängendes System und ersetzen in compendiöser Form eine einzelne Röhre von beträchtlicher Länge. In der Mitte der innersten Röhre ist auf der Unterlage ein eiserner Träger h befestigt, welcher die innerste Röhre noch etwas überragt und dessen oberes Ende a den Drehpunkt eines Hebels ab abgiebt, an dessen zweiten Ende b ein Schreibstift angebracht ist, der die Aenderung in der Ausdehnung der Zinkröhren auf ein passend bewegtes Stück Papier aufzeichnet. Die Uebertragung der in Folge der Temperaturänderungen eintretenden auf- und abwärts gehenden Bewegung des Röhrensystemes auf den Hebel ab geschieht durch den auf die innerste Röhre o aufgesetzten kleinen Träger c, auf dessen oberstem, schneidigem Rande der Hebel aufliegt. Da das Zink sich be-

Fig. 14.



deutend rascher ausdehnt als das Eisen, so wird jede Temperaturerhöhung ein Aufsteigen von c bewirken.

In den Jahren 1856—1866 sind sowol mit diesem, als auch mit dem früher beschriebenen Pfeiffer'schen Metallthermometer Versuche auf der k. k. Marinesternwarte in Triest angestellt worden, und zwar bei künstlich erzeugten sehr hohen und sehr niedrigen Temperaturen. Beide lieferten damals gleich gute Resultate, man zog aber für die praktische Ausführung zunächst das Rhombensystem vor, weil es der Luft vollkommener Zutritt gestattete. Indessen ist das hier beschriebene System compendiöser und stabiler und namentlich frei von der Reibung, welche bei dem Rhombensysteme sich der Bewegung hindernd in den Weg stellt.

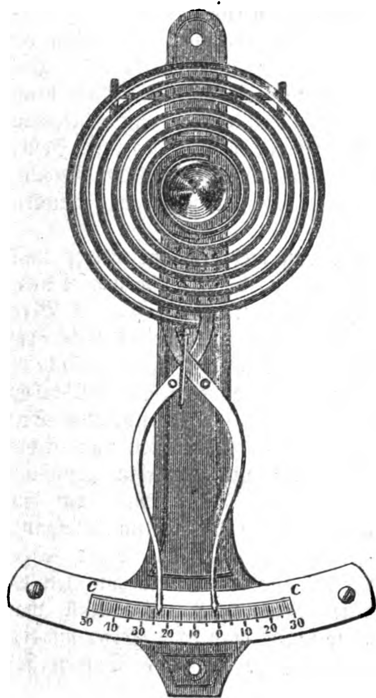
Ein zweites Instrument, daß hier erwähnt werden muß, ist das Metall-Minimum- und Maximum-Thermometer der Mechaniker Hermann u. Pfister in Bern. Der Hauptbestandtheil desselben ist eine aus zwei Metallen von verschiedener Ausdehnung construirte Spirale (Fig. 15), welche bei zunehmender Temperatur sich öffnet, bei abnehmender sich schließt. Dadurch wird ein am unteren, freien Ende befindlicher Stift bewegt, im ersten Falle nach links, im zweiten nach rechts. Dieser Stift verschiebt wieder, wie aus der Figur ersichtlich, bald den einen, bald den anderen der beiden unten auf eine Skala weisenden Zeiger und läßt sie bei seinem Rückgange in ihren extremen Stellungen stehen. Der eine dieser Zeiger giebt also immer die höchste, der andere die niedrigste seit der letzten Einstellung eingetretene Temperatur an. Will man das Instrument neu einstellen, so schiebt man beide Zeiger mit dem Finger leise bis zum Stifte zurück, so daß ihre Spitzen sich genau decken.

Um zu beliebiger Zeit die jeweilig herrschende Temperatur zu erkennen, genügt es, den einen oder den anderen Zeiger an den erwähnten Stift anzuschieben.

Prof. Wild, damals Director der Berner Sternwarte (jetzt in Petersburg) hat ein solches Thermometer längere Zeit beobachtet und gefunden, daß es viel sicherer als die gewöhnlichen Instrumente dieser Art funktionirt, auch einfacher zu behandeln ist. Die einzige Fehlerquelle besteht darin, daß der Nullpunkt im Laufe der Zeit sich etwas verschiebt, dieser

Fehler läßt sich aber durch Vergleichung mit einem daneben gehängten Quecksilberthermometer leicht ermitteln. Man kann dann entweder diesen Fehler bei den Ablesungen in Rechnung bringen, oder auch durch Verstellung der Spirale mittels zweier hinter derselben angebrachten Schrauben denselben ganz beseitigen.

Fig. 15.




Ebenso hat man auch zu verfahren, wenn in Folge einer zufälligen Verbiegung der Spirale die Zeiger nicht mehr die richtige Temperatur angeben.

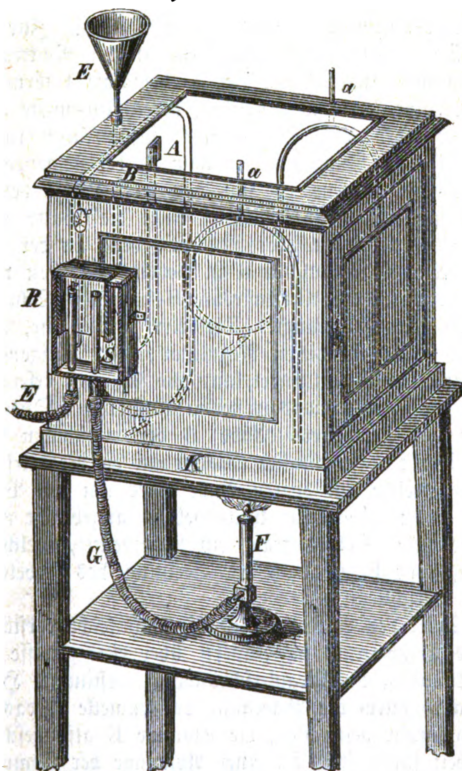
Die mit der Temperatur sich ändernde Krümmung einer aus zwei Streifen sich ungleich ausdehnender Metalle zusammengesetzten Lamelle, welche bei dem eben beschriebenen Thermometer zur Messung der Temperatur angewandt wird, und die in ähnlicher Weise schon mehrfach benutzt worden ist, ist überhaupt in sehr vielen Fällen in der Praxis vortheilhaft anzuwenden. Eine sehr sinnreiche Benutzung derselben lernen wir u. a. auch bei dem jetzt zu besprechenden

## Wärmeregulator von Hipp

kennen, einem Apparate, welcher dazu dient, die Temperatur in einem geschlossenen Raume längere Zeit hindurch möglichst genau auf derselben Höhe zu erhalten. Wie bekannt, ist die Er-

haltung einer längere Zeit hindurch gleichmäßigen Temperatur für viele chemische, technische und physiologische Arbeiten von außerordentlicher Bedeutung.

Fig. 16.




Dieser Apparat, von dem die beistehende Fig. 16 eine Totalansicht giebt, ist aus Holz gefertigt und der zu heizende Raum oben, sowie auf der Vorderseite (in der Figur rechts) durch Glasscheiben verschlossen. Uebrigens ist dieser Raum all=

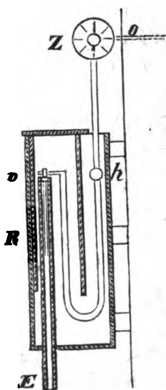
seitig von dem aus Kupferblech gebildeten Wasserkasten K umgeben, dessen Boden durch eine regulirbare Gasflamme F erwärmt wird. Aus diesem Kasten gehen verschiedene, mehrfach gekrümmte Röhren in den inneren Raum, dessen Temperatur gleichmäßig zu erhalten ist, um dort die Wärme gut zu vertheilen. a a sind ein Paar an diesen Röhren angebrachte Oeffnungen zum Ausströmen von Luft oder Dampf. Zur Regulirung der Temperatur dient nun eine an der Rückwand des geheizten Raumes angebrachte, bei A befestigte U förmige Lamelle, deren Innenseite aus Messing, deren Außenseite dagegen aus Stahl besteht. Bei abnehmender Temperatur rückt das freie Ende B dieser Lamelle näher nach A, bei steigender Temperatur dagegen entfernt es sich von A. Dieses bewegliche Ende der Lamelle steht aber mittels eines die Wand des Apparates durchsetzenden Kupferdrahtes mit dem an der Außenseite angebrachten Gasregulator R in Verbindung, von welchem aus das Gas durch die Ausflußröhre S und den Schlauch G nach dem Brenner F gelangt. Die Art und Weise, wie der Eintritt des Gases in diesen Regulator, der übrigens durch Wasser abgeschlossen ist, stattfindet, kann aus Figur 17 ersehen werden, welcher denselben in etwas größerem Maßstabe im Querschnitte zeigt. Der von dem freien Ende B der erwähnten Lamelle ausgehende Draht o ist nämlich zunächst um die Regulirschraube Z gewunden, welche am oberen Ende eines um den Punkt h drehbaren, unten gebogenen Winkelhebels angebracht ist; das andere Ende dieses Hebels trägt ein Kegelventil, welches das Gaszuleitungsrohr E je nach der Stellung des Hebels mehr oder minder verschließt.

Das Spiel des Apparates ist hiernach leicht verständlich: Beginnt die Temperatur im Innern über eine gewisse, durch die Anfangsstellung der Regulirschraube Z bestimmte Höhe zu steigen, so wird durch die Bewegung der Lamelle C das Gaszuleitungsrohr mehr geschlossen, die Flamme F also geschwächt; das Gegentheil findet statt bei einer Abnahme der Temperatur.

Auf der Neuenburger Sternwarte ist ein solcher Regulator schon seit 8 Jahren in beständigem Gebrauch und hat nach Angabe des Directors dieses Observatoriums, Dr. Ad. Hirsch, sehr befriedigende Resultate gegeben. Er wird dort zur Bestimmung der Compensation von Chronometern benutzt. Der-

selbe ist oft mehrere Tage hintereinander ununterbrochen in Thätigkeit gewesen, während welcher Zeit die Temperatur Schwankungen bis zu 6° zeigte, ohne daß eine merkliche, über 1° C. steigende Aenderung der Temperatur in seinem Innern eintrat. Auch brauchte im Laufe des Jahres, wo die Zimmertemperatur von 2° bis 24° sich änderte, die Regulirschraube nur 3 bis 4 mal corrigirt zu werden, um die Temperatur des Apparates auf 30° zu erhalten. Was die Variationen der Temperatur des Apparates in 24 Stunden anlangt, welche regelmäßig durch stündliche Ablesungen an einem im Innern aufgehängten Thermometer bestimmt wurden, so sind dieselben äußerst gering, nachdem einmal das Gleichgewicht zwischen der inneren und äußeren Temperatur sich hergestellt hat, was nach etwa 4 Stunden eintritt. Man hat daher nur nöthig, den Ofen 4 Stunden vor Beginn des Versuches zu heizen. Unter solchen Bedingungen erhält sich dann die Temperatur nahezu innerhalb eines Grades constant und die mittlere Abweichung der stündlich abgelesenen Temperaturen vom Tagesmittel beträgt im Mittel einer sehr großen Menge von Beobachtungen blos einige Zehntel eines Grades.

Fig. 17.



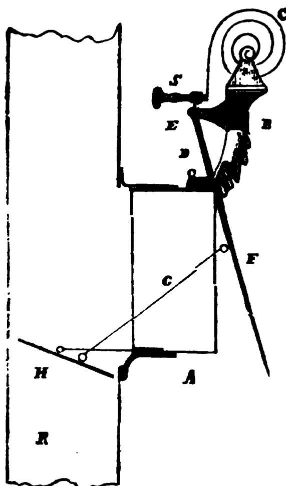

Das nämliche Princip, auf welches sich die Einrichtung des Hermann-Pfister'schen Metallthermomethers und des Hipp'schen Regulators gründet, hat man auch für die Zwecke des gewöhnlichen Lebens nutzbar zu machen gesucht. Man hat dasselbe nämlich benutzt, um die Temperatur in bewohnten Räumen zu reguliren, indem man den Zug im Heizofen mittels eines geeigneten Apparates entweder schwächt oder fördert. Dieser Apparat ist

**der selbstthätige Ofenregulator von Bender und Teller.**

Die Einrichtung desselben ist aus beistehendem Profil (Fig. 18) erkennbar. An dem Ofenrohre R ist der Rohrstutzen A befestigt, an welchem ein gußeiserner Träger B angebracht ist, der die Spiralfeder C trägt. Diese besteht aus ein Paar zusammengelötheten

Streifen von Stahl und Messing. Dehnt sich nun diese Spirale aus, wenn die Temperatur steigt, so wird mittels des an dem freien Ende derselben angebrachten, um E drehbaren Hebels D die Klappe F, welche vor der freien Oeffnung des Stutzen A befindlich ist, weiter geöffnet, und gleichzeitig wird die mittels der Stange G mit F verbundene Klappe H im Ofenrohre R mehr geschlossen. Durch die Oeffnung des Stutzen A tritt jetzt kühlere Luft aus dem Zimmer in reicherer Menge in das Rohr und dämpft den Zug; die gleiche Wirkung hat auch der Schluß der Klappe H. Wenn dagegen die Temperatur im Zimmer sinkt, so ist die Bewegung der Spirale C und aller übrigen Theile gerade die entgegengesetzte, die Folge ist daher eine Beförderung des Zuges und Erhöhung der Temperatur.

Fig. 18.




Zur Einstellung der Spirale C auf eine bestimmte Temperatur dient die Schraube S. Auf dieser Höhe wird dann durch die Wirkung des Apparates die Zimmertemperatur erhalten, so lange die Verbrennung im Ofen im Gange bleibt.

Von der Beschreibung der Wärmemessungs- und Wärmeregulirungsapparate wenden wir uns zu einigen Untersuchungen über Wärmestrahlung.

## Die Diathermansie des Sylvin's.

Bekanntlich hat zuerst Melloni auf das eigenthümliche Verhalten des Steinsalzes (Chlornatrium) gegen strahlende Wärme aufmerksam gemacht. Während nämlich zunächst alle anderen festen Körper, soweit sie untersucht worden, von den auf sie fallenden Wärmestrahlen eine ziemlich große Menge absorbiren und nur einem verhältnißmäßig geringen Theile den Durchgang gestatten, fand Melloni, daß durch eine klare Stein-

salzplatte von 2,6 Millimeter Dicke 92,3 Proc. der auffallenden Wärmestrahlen gingen. Die 7,7 Proc. Verlust, welche sich bei diesen Versuchen herausstellten, war Melloni geneigt, durch Reflexion an der vorderen und hinteren Fläche der Platte zu erklären und nicht auf die Absorption im Innern des Steinsalzes zurückzuführen. Melloni fand aber bei seinen Untersuchungen noch eine andere Eigenthümlichkeit des Steinsalzes. Während nämlich durch eine Platte dieses Körpers von der erwähnten Dicke immer 92,3 Proc. der auffallenden Wärmestrahlen hindurchgingen, mochten diese nun von der Flamme einer Locatelli'schen Lampe, oder von einem weißglühenden Platindrahte, oder von Kupfer, das auf 400° C. erhitzt war, oder von Kupfer von 100° C ausgehen, zeigten andere durchsichtige Körper für die Strahlen dieser verschiedenen Wärmequellen ein sehr verschiedenes Verhalten. Es ergab sich z. B. bei einer eben so dicken Platte von Glas die Menge der durchgelassenen Wärmestrahlen für die genannten vier Wärmequellen gleich 39, 24, 6 und 0 Proc. Melloni schloß daraus, daß das Steinsalz vollkommen diatherman sei, d. h. allen Wärmestrahlen den Durchgang gestatte und sich sonach diesen gegenüber ebenso verhalte, wie ein farbloser durchsichtiger Körper gegen die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen. Dieser Satz ist freilich in seiner Allgemeinheit nicht richtig, wie genaue Untersuchungen von de la Provostaye und Desains dargethan haben, und insbesondere hat Balfour Stewart die, aus theoretischen Gründen zu erwartende, wichtige Thatsache experimentell dargestellt, daß das Steinsalz für solche Strahlen undurchlässig ist, die von einem erwärmten Stücke derselben Substanz ausgehen. Indessen ist das Steinsalz doch für viele Wärmequellen in hohem Grade und in ziemlich gleicher Weise diatherman, und diese Eigenschaft, welche dem Steinsalz unter allen bisher untersuchten festen Körpern allein zuzukommen schien, machte dasselbe für viele physikalische Untersuchungen besonders werthvoll. Gegenwärtig ist aber durch die Untersuchungen von G. Magnus in Berlin und H. Knoblauch in Halle nachgewiesen, daß diese merkwürdige Eigenschaft auch einem zweiten festen Körper von ganz ähnlicher Zusammensetzung, nämlich dem Chlorkalium zukommt, welches in dem Staßfurther Salzlager in schönen Krystallen als „Sylvin" gefunden wird.

Magnus fand, daß durch eine klare durchsichtige Sylvinplatte von schwachröthlicher Farbe von 26 Millimeter Dicke 76 Proc. der Wärmestrahlen hindurchgingen, die von einem Gefäß mit kochendem Wasser auf sie fielen; von den Strahlen einer Locatelli'schen Lampe gingen durch dieselbe, allerdings nachdem sie einige Tage an der Luft gelegen hatte, etwas weniger als 71,8 Proc.

Eine eben so dicke Platte von ganz klarem Staßfurther Steinsalz ließ von den Strahlen derselben Wärmequelle 72,2 Proc., von den Strahlen einer Locatelli'schen Lampe aber 79,5 Proc. durch.

Eine andere Platte von ganz wasserhellem Steinsalz, nicht von Staßfurth, und ebenfalls 26 Millimeter dick, ließ ebensoviel Strahlen durchgehen, als Melloni bei einer Platte von 26 Millimeter fand, nämlich 92,6 Proc. von der Wärme des kochenden Wassers und 92,5 Proc. von der der Lampe.

Knoblauch, welcher auf der deutschen Naturforscher-Versammlung in Dresden am 19. September 1868 über seine Versuche Bericht erstattete, ließ auf Sylvinplatten von 3,5 bis 4,5 Millimeter Dicke einestheils Sonnenlicht, dessen Strahlen durch einen Heliostatenspiegel horizontal gerichtet worden waren, anderntheils die von einem mittels Gasflamme bis auf etwa 100° erhitzten Eisencylinder ausgehenden Strahlen fallen, und fand, daß je eine und dieselbe Platte stets denselben Antheil der auffallenden Strahlen durchgehen ließ, die dickste und am wenigstens klare 66, die dünnste und klarste 95 Proc.

Auch als die verschiedenartigen Wärmestrahlen erhalten wurden, indem man Strahlen einer und derselben Wärmequelle durch verschieden diathermane Substanz hindurchgehen oder auch von verschiedenen rauhen Flächen diffus reflectiren ließ, ließ die Sylvinplatte sie ganz in demselben Verhältnisse durch.

Knoblauch hat früher schon nachgewiesen, daß durch Mattschleifen der Oberfläche einer diathermanen Platte der Durchgang der Wärmestrahlen, und zwar vorzüglich der parallelen Strahlen, z. B. der Sonnenstrahlen, beeinträchtigt wird, während bei näher stehenden Wärmequellen, die ihre Strahlen von verschiedenen Punkten aus nach allen Richtungen hin aussenden, dieser Einfluß weniger beträchtlich fällt. Glas und andere Substanzen, welche die Sonnenstrahlen in viel höherem Grade durch-

lassen als die Strahlen der letzterwähnten Wärmequellen, sind nun auch nach dem Mattschleifen für erstere durchgänglicher, als für letztere. Für Steinsalz aber, das bei glatten Flächen die Strahlen der meisten Wärmequellen gleichmäßig durchläßt, gestaltet sich die Sache anders; es läßt nämlich bei rauhen Flächen die Sonnenstrahlen weniger reichlich hindurch, als die Strahlen nahe stehender Wärmequellen.

Zu diesem unter den matten Körpern bisher einzeln dastehende Verhalten des Steinsalzes hat nun eine mattgeschliffene Sylvinplatte ein zweites Beispiel geliefert. Während die Sonnenstrahlen und diejenigen des heißen Eisencylinders durch die Sylvinplatte in dem Verhältnisse von 92,5 und 95 Proc. hindurchgingen, durchdrangen jene die matte Platte in dem Verhältniß von 64,25, diese von 82 Proc. der auffallenden Strahlen.

Farbloses Glas ließ bei glatter Fläche 78 Proc. der Sonnenwärme und 12 Proc. der dunkeln Wärmestrahlen, bei rauher Oberfläche aber 41 Proc. von der ersteren und 11 Proc. von der letzteren hindurchgehen.

Bei vergleichenden Versuchen mit den Wärmestrahlen einer Argand'schen Lampe und denen des dunkeln erhitzten Eisencylinders ergab sich, ganz wie bei früheren Versuchen mit mattem Steinsalze, daß die matte Sylvinplatte je nach ihrer Entfernung von der Wärmequelle bald von den Strahlen der einen, bald von denen der anderen Quelle mehr hindurchließ. So gingen durch die Sylvinplatte

| bei einer Entfernung von | von den auffallenden Strahlen der Argand'schen Lampe | des Metallcylinders |
|---|---|---|
| 32 Centimeter | 83 Proc. | — Proc. |
| 90 " | — " | 79 " |
| 15 " | — " | 88 " |

Der **Brechungsindex** des Sylvins ist etwas geringer, als derjenige des Chlornatriums, das Dispersionsvermögen aber ist bei beiden Substanzen ungefähr gleich. Als **Knoblauch** Sonnenstrahlen, welche durch zwei hinter einander liegende enge Spalten gegangen, auf ein Sylvinprisma mit einer brechenden Kante von 50° und auf ein Steinsalzprisma von 45° fallen ließ, waren die beiden erhaltenen Spektra von we-

sentlich gleicher Beschaffenheit. Namentlich lag bei dem einen, wie dem anderen das Wärmemaximum in dem dunkeln Theile des Spektrums jenseits des rothen Endes des farbigen Theiles. Von dieser Stelle aus nimmt die Wärme nach beiden Seiten hin ab, aber langsamer im farbigen Theile, als auf der entgegengesetzten Seite.

Da der Sylvin noch ein wenig härter ist, als Steinsalz, auch weniger leicht anläuft, so eignet er sich für manche physikalische Versuche noch besser, als dieses. Namentlich nimmt er sehr gut feine Gitter auf, mit deren Hilfe die Interferenzerscheinungen der Wärmestrahlen sich studiren lassen. Freilich sind hinlänglich große und dabei klare und durchsichtige Krystalle nicht sonderlich häufig.

An die Erwähnung dieser Eigenthümlichkeiten des Sylvins schließen wir zunächst die Besprechung der

**Untersuchungen über die dunkeln Wärmestrahlen,**

welche P. Desains angestellt und in Bezug auf welcher er der Pariser Akademie zwei Memoires (3. Aug. und 30. Nov. 1868) überreicht hat.

Wenn man die Strahlen, welche von einem Licht und Wärme spendenden Körper ausgehen, durch ein Steinsalzprisma gehen läßt, so erhält man ein farbiges Spektrum, dessen einzelne Theile auch mehr oder weniger Wärme besitzen. Aber auch in dem nicht beleuchteten Theile jenseits des Roth nimmt man Wärme wahr, und zwar findet sich gerade hier, in einiger Entfernung vom Roth das Maximum der Wärme. Diese dunkeln Wärmestrahlen haben nun die merkwürdige Eigenschaft, daß sie in viel geringerem Grade durch Wasser hindurchgehen als die farbigen Strahlen. In einem der Pariser Akademie im Jahre 1831 vorgelegten Memoire hat sogar Melloni geradenwegs behauptet, daß die äußersten, am wenigsten brechbaren Theile des dunkeln Spektrum der Fähigkeit, durch eine selbst nur einige Millimeter dicke Schicht Wasser hindurch zu gehen, gänzlich ermangeln. Es würden also diese Strahlen ein ganz ähnliches Verhalten zeigen, wie dasjenige, welches bei Strahlen, die von einem dunkeln, bis auf weniger als 300° erhitzten Körper ausgehen, in der That nachgewiesen worden ist.

Desains hatte sich nun zunächst die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob dieser von Melloni ausgesprochene Satz in voller Allgemeinheit richtig ist, und ob es namentlich auch im Sonnenspektrum Stellen giebt, deren Strahlen durch eine dünne Wasserschicht nicht mehr hindurchgehen. Er konnte solche Stellen niemals finden. Seine Spektra waren sehr rein, so daß man mit dem Auge leicht die hauptsächlichsten Linien unterscheiden konnte; ihre leuchtenden Theile hatten ungefähr 25 Millimeter Ausdehnung und der dunkle Theil war ungefähr gleich lang. Zur Bestimmung der Wärmeintensität diente eine kleine Thermosäule mit sehr schmaler Oeffnung, deren Breite kaum dem fünfundzwanzigsten Theile der Breite des Spektrums gleich kam. An den Stellen der größten Wärmeintensität gab die mit dieser Säule verbundene Multiplicatornadel oft 30° und einige mal einen noch größeren Ausschlag; aber auch, wenn diejenigen Stellen am Ende des dunkeln Spektrums, wo der Ausschlag nur wenige Grad betrug, untersucht wurden, stellte sich das Ergebniß heraus, daß selbst die Strahlen, welche diesen geringen Ausschlag erzeugten, die Fähigkeit besaßen, in sehr merklicher Menge durch eine 2 Millimeter dicke Wasserschicht hindurchzugehen. Diese äußersten Theile des Wärmespektrums enthielten nicht den zweihundertsten Theil der Wärme des ganzen Spektrums.

Wesentlich andere Resultate liefern die Spektra irdischer leuchtender Wärmequellen.

Desains stellte eine Reihe von Versuchen an mit einem Platindrahte, den er durch eine kleine Gasflamme in Kirschrothgluth erhielt. Mittels eines Steinsalzprimas erhielt er ein Spektrum, dessen sichtbarer Theil nur wenig merklich war und geringe Wärme zeigte. Das Maximum der Wärme gab oft bis 20° Ausschlag und von der Stelle des Maximums an setzte sich das Wärmespektrum noch fort um ein Stück von ungefähr derselben Breite, wie die Strecke vom Roth bis zum Maximum. Der ganze Theil des dunkeln Spektrums nun, welcher jenseits des Maximums lag, wurde von einer nur 2 Millimeter dicken Wasserschicht vollständig absorbirt, und selbst von den Strahlen, welche das Maximum bildeten, ging kaum der dreißigste Theil durch diese Wasserschicht hindurch. Erst wenn man sich dem lichten Theile des Spektrums näherte, ging

ein größerer Theil der Strahlen durch das Wasser hindurch. In diesem Spektrum gab es also in der That Strahlen von derselben Eigenschaft, wie diejenigen sind, welche von einem erhitzten dunkeln Körper ausgehen.

Wenn man also in zwei sehr reinen Spektren, welche verschiedenen Wärmequellen entstammen, Strahlenbündel von gleicher mittlerer Brechbarkeit, und derselben, aber im Verhältniß zum ganzen Spektrum sehr geringer Breite isolirt, so können diese Bündel sehr verschiedene physikalische Eigenschaften besitzen.

Im Ganzen darf dieser Satz nicht befremden, da ja im Bezug auf Lichtstrahlen ganz das entsprechende Gesetz obwaltet.

Desains hat viele Einzelnheiten, die sich auf die Eigenschaften schmaler Bündel von Strahlen im Wärmespektrum beziehen, untersucht. Er hat namentlich bestimmt, wie die Wärmeintensität dieser Bündel und die Fähigkeit ihrer Strahlen, durch Körper von verschiedener Natur hindurchzugehen, sich ändert, theils wenn man von einem Theile des Spektrums in einen andern, theils wenn man zum Spektrum einer andern Wärmequelle übergeht. In letzterer Hinsicht hat er namentlich vier Wärmequellen untersucht: einen starken Platindraht, der durch die Flamme eines Bunsen'schen Brenners in Rothgluth erhalten wurde; eine Gas-Schmetterlingsflamme, welche vor der Spalte des Prismas stand; eine gewöhnliche Moderateurlampe und eine Bourbouze'sche Lampe. Die leuchtende Masse dieser Lampe besteht bekanntlich aus einem Würfel von sehr engmaschigem Platindrahtgewebe, welcher durch eine mit comprimirter Luft gespeiste Gasflamme zum lebhaften Glühen gebracht wird.

Bei Anwendung der Bourbouze'schen Lampe wurde das äußerste Roth des Spektrums 40°18′ abgelenkt. Nimmt man die Wärmeintensität an dieser Stelle = 1 an, so betrug dieselbe $1/2^{0}$ davon entfernt, außerhalb des farbigen Spektrums, 2,2; dagegen war die Wärme in 1° Entfernung vom äußersten Roth nur noch 0,3 und in 1° 25′ Entfernung war sie unmerklich.

Die Wärmestrahlen dieser Stellen (äußerstes Roth, $1/2^{0}$ weiter, 1° weiter) wurden durch eine 2 Millimeter dicke Schicht Wasser geleitet, die sich in einem kleinen Flußspathgefäß befand. Es gingen hindurch 90, 60 und 75 Procent.

Bei der Gasflamme dagegen erstreckt sich das dunkle

Wärmespektrum viel weiter jenseits des Roth. $1/2^0$ vom äußersten Roth ist nämlich die Intensität = 4, $1^0$ entfernt = 5 (die Intensität im äußersten Roth = 1 gesetzt), und in $2^0$ Entfernung ist sie noch immer merklich. Aber diese Strahlen gehen in viel geringerem Maße durch Wasser hindurch, als dieses mit den Strahlen der Bourbouze'schen Lampe der Fall ist. Während bei letzterer von den Strahlen in $1/2^0$ Entfernung vom Roth 60 Procent durch die 2 Millimeter dicke Wasserschicht hindurchgehen, dringen von den an derselben Stelle erscheinenden Strahlen der Gasflamme kaum 14 Procent hindurch und bei den in $1^0$ Entfernung vom Roth gelegenen Strahlen ist der Durchgang kaum noch merklich.

Bei dem Spektrum der Gasflamme konnte Desains im Gelb und Grün keine Wärme mehr wahrnehmen, bei dem Spektrum der Bourbouze'schen Lampe aber war die Wärme im Grün noch erkennbar, wenn gleich schwach.

Die bei den Wärmestrahlen der Bourbouze'schen Lampe beobachtete Erscheinung, daß die Strahlen des Maximums der Wärmeintensität in etwas geringerem Grade durch die Wasserschicht gehen, als die beiderseits benachbarten, findet sich auch bei den Sonnenstrahlen, und eine ähnliche Wahrnehmung machte Desains auch, als er die Strahlen der Gasflamme durch ein mit Chloroform gefülltes Flußspathgefäß gehen ließ.

Die Strahlen des dunkeln Spektrums der letzterwähnten Lichtquelle gehen sehr reichlich durch jodirtes Kohlenstoffchlorür. Der farbige Theil des Spektrums dagegen wird durch die Wirkung dieser Flüssigkeit auf zwei schöne, durch einen dunkeln Zwischenraum getrennte, scharf begrenzte Streifen reducirt, den einen im Roth, den andern im Violett.

Durch Aether gehen die Strahlen einer Moderateurlampe in dem Maße weniger, wie ihre Brechbarkeit geringer wird; doch geht von den Strahlen des Maximums der Wärmeintensität noch eine merkliche Menge durch.

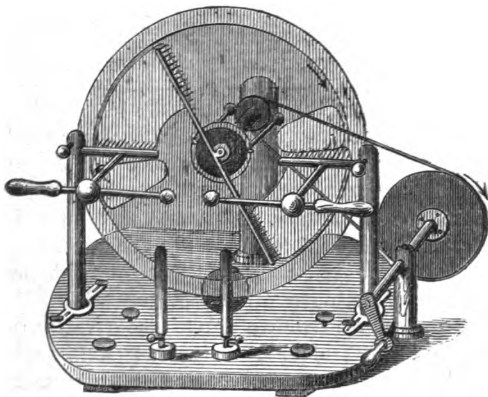
## Elektricität und Magnetismus.

### Verbesserungen der Influenzmaschinen.

Die von Holtz in Berlin erfundene Elektrisirmaschine hat mehrfache Verbesserungen in ihren Einzelnheiten erfahren.

Eine der neuesten Formen dieser Influenz- oder Elektrophormaschine ist in Fig. 19 dargestellt. Ihre wesentlichste Abänderung besteht in den beiden schrägen, durch einen Conductor mit einander leitend verbundenen Kämmen, welche außer den beiden horizontalen, mit den Elektroden verbundenen vor der rotirenden Scheibe stehen. Diese beiden schrägen Kämme, welche nicht mit den Elektroden in Verbindung stehen und verstellbar sind, haben den Zweck, die Umkehrung des Stromes zu verhüten. Dadurch wird zwar, wie Poggendorff angiebt, die Stromumkehrung nicht ganz vollständig verhütet, aber die

Fig. 19.



Maschine läßt sich leichter, auch ohne daß man die Elektroden zusammen zu schieben nöthig hat, erregen und verliert wenig oder gar Nichts von ihrer Elektricität. Nur wenn die Elektroden sehr weit auseinander gezogen werden, nimmt ein Theil der Elektricität seinen Weg durch den schrägen Conductor und geht dann für die Nutzanwendung verloren; namentlich tritt dies dann ein, wenn die Elektroden in große Kugeln enden.

Die Verstellbarkeit des schrägen Conductors wird dadurch ermöglicht, daß die rotirende Scheibe nur eine einseitige Achse besitzt, die von einer soliden Holzsäule getragen wird, und zwar mittels eines centralen Stahlkernes, der seinerseits wieder in einer Durchbohrung die Achse des Conductors aufnimmt.

Die feste Scheibe hat vier Stützpunkte: unten in einer Nuth, im centralen Ausschnitte an einem horizontalen Arm der Holzsäule, und an beiden Seiten durch Schrauben von Horngummi, die mit den Elektroden verbunden sind und gegen welche die feste Scheibe sich anlegt, da sie von der rotirenden angezogen wird.

Damit die rotirende Scheibe frei gelegt, gereinigt oder auch abgenommen werden kann, sind die Säulen, welche die Elektroden tragen, drehbar um 90°, so daß die Kämme zurückgeschlagen werden können. Die rotirende Scheibe ist nicht gefirnißt, die feste ist es nur sehr schwach. Die Kugeln, durch welche die Elektroden gehen, sind unten durchbohrt, um die inneren Leitstangen zweier Leydener Flaschen aufzunehmen, welche auf die unter sich leitend verbundenen Plättchen auf dem Fußbrette der Maschine gestellt werden.

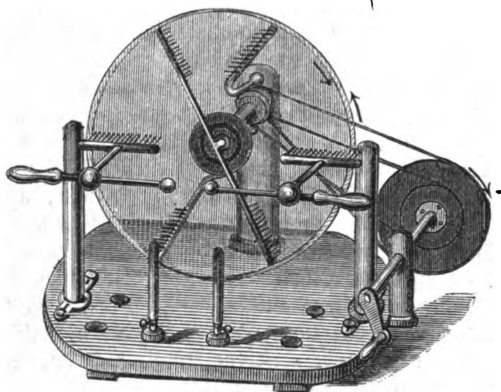
Poggendorff hat noch ein Paar für manche Untersuchungen nützliche Abänderungen angegeben. Zunächst läßt er die Elektroden, deren Abstand von der rotirenden Scheibe bei der abgebildeten Maschine nur 4 Pariser Zoll beträgt, doppelt so weit von derselben abstehen, weil er fand, daß die Nähe der Scheiben störend auf die Erscheinungen zwischen den Elektroden einwirkt. Es ging z. B. der Lichtbüschel von 6 Pariser Zoll Länge, den seine Maschine gab, bei großer Nähe der Scheibe nicht von der einen Elektrode zur andern, sondern, angezogen von der Scheibe, hoch an derselben hinauf. Zweitens hat er die Stützen der Elektroden gabelförmig nach oben verlängern lassen, um Geißler'sche Röhren behufs der Untersuchung auflegen zu können. Drittens ist zur Einschaltung von Körpern in den Strom ein bewegliches Stativ beigegeben, welches eine durchbohrte, mit Schraube versehene Kugel trägt und nach Erforderniß zwischen die Kugeln gestellt wird. Endlich ist der schräge Conductor mit einer isolirenden Hülle umgeben, um das Ueberschlagen von Funken zu ihm zu verhüten; auch kann die leitende Verbindung zwischen seinen beiden Kämmen beliebig aufgehoben werden.

Poggendorff hat bei seinem Exemplar die Angabe von Holtz bestätigt gefunden, daß die Funkenlänge, die man mit den beigegebenen Flaschen aus dickem Glase erzielen kann, ziemlich gleich ist dem Halbmesser der rotirenden Scheibe, fast 8

Pariser Zoll. Indessen ist diese Funkenlänge kein Maß für die von der Maschine gelieferte Elektricitätsmenge, da dieselbe ebensowol von der Beschaffenheit der Flaschen, als von der Wirksamkeit der Maschine abhängt.

Neuerdings stellt auch der bekannte Mechaniker C. Winter in Wien Influenzmaschinen aus dickem Spiegelglase in ziemlich bedeutenden Dimensionen her (Maschinen mit Scheiben von 30 Zoll Durchmesser kosten 170 Gulden). Poggendorff, der bereits früher die Brauchbarkeit des dicken Spiegelglases zu diesem Zwecke erkannt hat, macht darauf aufmerksam, welche Leistungen man mit derartigen Maschinen, namentlich was die Lichteffecte in evacuirten Röhren betrifft, wird erzielen können, wenn man bei ihrer Einrichtung weniger auf Verlängerung der Funken, als auf Vermehrung der Elektricitätsmenge bedacht ist.

Fig. 20.



Beachtung verdient ferner die Holtz'sche Maschine mit zwei nach entgegengesetzten Richtungen rotirenden Scheiben, welche in Fig. 20 dargestellt ist. Holtz hat diese Maschine ursprünglich mit horizontalliegenden Scheiben angegeben; später hat er dieselben mit vertikalen Scheiben versehen, die durch eine und dieselbe Kurbel in entgegengesetzte Drehung versetzt werden; außerdem hat er auch noch einen

verstellbaren Conductor beigegeben. Soll die Maschine in Thätigkeit gesetzt werden, so sind zunächst die beiden horizontalen Conductoren einander zu nähern; dann hält man dem Spitzenkamme eines derselben eine geriebene Platte von Kammmasse gegenüber und dreht die Kurbel. Nachher kann die Entfernung der Kugeln an den Conductoren wieder vergrößert werden.

Neuerdings hat man auch die Influenzmaschine dadurch noch wirksamer zu machen versucht, daß man sie mit einer Reibungsmaschine versehen hat.

Von dieser Art ist z. B. die Elektrisirmaschine von F. Carré, welche in der Sitzung der Pariser Akademie am 21. Dec. vorigen Jahres vorgezeigt wurde.

Diese Maschine besteht zunächst aus einer vertikalen Glasscheibe, welche, wie bei den alten Reibungsmaschinen, langsam zwischen zwei Kissen gedreht wird. Parallel zu dieser ist eine andere, größere und nicht leitende Scheibe aufgestellt, die sich um eine Achse dreht, welche etwas höher liegt, als die der ersten. Jede Scheibe überragt die andere um $^3/_4$, beziehentlich $^1/_5$ ihres Halbmessers.

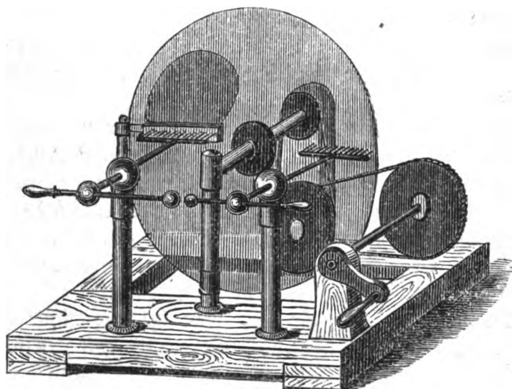
Die tiefer stehende Scheibe spielt hier die Rolle des Inductors; ihre Ladung bleibt in Folge der Reibung zwischen den Kissen immer constant, und zwar positiv elektrisch. Vor dem unteren Theile der inducirten Scheibe befindet sich ein vertikaler, mit einem leitenden Conductor verbundener Kamm, welcher sich mit positiver Elektricität ladet, während negative auf die Scheibe strömt. Diametral entgegengesetzt ist ein zweiter Sauger aufgestellt, der die negative Elektricität aufnimmt.

Nach Carré's Angaben soll die Maschine von Witterungszuständen wenig beeinflußt werden und reichliche Mengen Elektricität von ziemlich hoher Spannung liefern. Die im physikalischen Laboratorium der Sorbonne befindliche Maschine mit Scheiben von 38 und 49 Centimeter Durchmesser liefert Funken von 15 bis 18 Centimeter Länge; durch Anwendung eines Condensators kann man die Schlagweite nach vergrößern.

Ganz dieselbe Idee hat Kundt zu verwirklichen gesucht, aber mit einfachern Mitteln. Kundt's Elektrisirmaschine, welche uns Fig. 21 zeigt, besteht aus einer Glasscheibe, die durch Kurbel und Schnurlauf in rasche Rotation versetzt werden kann und dabei auf der einen Seite durch ein Kissen mit Amal-

gam gerieben wird. Der nicht geriebenen Seite der Scheibe gegenüber stehen zwei Spitzenkämme, und zwar steht der eine dem Reibzeug gegenüber, der andere aber 180° davon entfernt. Diese beiden Kämme sind mit verschiedenen Conductoren versehen. Das Reibzeug ist an einer isolirenden Glasstange angebracht. An dem Kissen des Reibzeuges ist ebenso wie bei

Fig. 21.



gewöhnlichen Reibungsmaschinen, ein Flügel von Seidenzeug befestigt, der nicht ganz einen Quadranten der Scheibe deckt. Die Achse der Scheibe, sowie die beiden Ständer für die Spitzenkämme sind der besseren Isolirung halber aus Glas gefertigt.

Wird nun die Scheibe gedreht, so wird die an dem Amalgam geriebene — hintere — Seite der Scheibe positiv elektrisch. Ist die geriebene Stelle um 180° gedreht, so strömt aus dem hier der Vorderseite gegenüber stehenden Kamme negative Elektricität auf die Vorderseite, und zwar, wie dieses bei der Spitzenwirkung immer eintritt, mehr als zur Bindung der positiven Elektricität der Hinterseite nöthig ist. Der mit dem Kamme verbundene Conductor wird also positiv. Kommt nun die betrachtete Stelle der Scheibe wieder zum Reibzeug, so strömt zunächst die überflüssige negative Elektricität auf den dort stehenden Kamm. Außerdem aber wirkt die auf dem isolirten Reibzeug vorhandene negative Elektricität vertheilend auf den Spitzen-

kamm, positive Elektricität strömt von demselben auf die Scheibe und er ladet sich mit negativer Elektricität. Von da beginnt das Spiel von Neuem.

Zwischen den beiden Conductoren, wovon der eine mit positiver, der andere mit negativer Elektricität geladen ist, bildet sich nun ein continuirlicher Funkenstrom von 1 bis 2 Zoll Länge. Durch Einschaltung einer Flasche, am besten einer Doppelflasche, wie sie nach Poggendorff's Anweisung jetzt bei den Holtz'schen Maschinen gewöhnlich benutzt wird, kann man die Schlagweite bedeutend vergrößern.

Die Glasscheibe wird am besten auf der geriebenen Seite ungefirnißt gelassen, die vordere ist aber mit Schellackfirniß zu überziehen. Das Reibzeug ist durch eine Feder sanft an die Scheibe zu drücken, doch so, daß die Scheibe noch einige Umdrehungen macht, wenn man die Kurbel los läßt. Bei den von Kundt hergestellten Maschinen hatten die Scheiben 20 Zoll Durchmesser.

Was die Leistungen betrifft, so giebt diese Maschine an Spannungseffecten den besten Holtz'schen kaum etwas nach, die Quantität der von ihr gelieferten Elektricität ist allerdings geringer. Gegen Witterungseinflüsse ist sie weit weniger empfindlich, als die Holtz'sche.

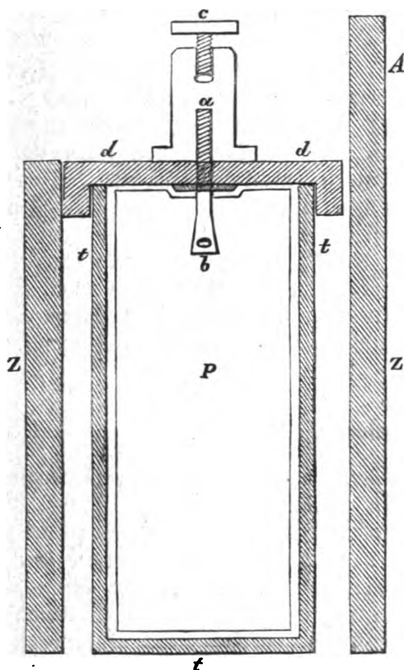
## Neue galvanische Elemente.

An dieser Stelle mögen zunächst einige Verbesserungen älterer galvanischer Säulen Erwähnung finden.

Poggendorff's Anordnung der Grove'schen Kette. Zu allen Versuchen in kleinem Maßstabe ist die Grove'sche Kette, bei welcher Platin in Salpetersäure den positiven, Zink in Schwefelsäure den negativen Pol bildet, ihrer Nettigkeit und Sauberkeit wegen am geeignetsten. Bei der gewöhnlichen Einrichtung derselben ist aber die Platinplatte in nicht recht solider Weise an der kupfernen Verbindungsklemme befestigt; in der Regel nämlich geht ein Fortsatz der Platinplatte durch den Porzellandeckel des die Salpetersäure enthaltenden Thoncylinders hindurch zu dem auf dem Deckel stehenden Verbindungsstück, an welchen der Fortsatz eingeklemmt wird. Der ziemlich weite Schlitz wird mit Schwefel, Schellack oder einem

andern Kitt ausgegossen, theils um der Platte einen festen Halt zu geben, theils um das kupferne Verbindungsstück vor den Dämpfen der Salpetersäure zu schützen. Da aber der Kitt sich in der Regel bald vom Deckel loslöst, so werden beide Zwecke nur auf kurze Zeit erreicht. Diesem Uebelstande beugt nun Poggendorff durch folgende Einrichtung vor.

Fig. 22.



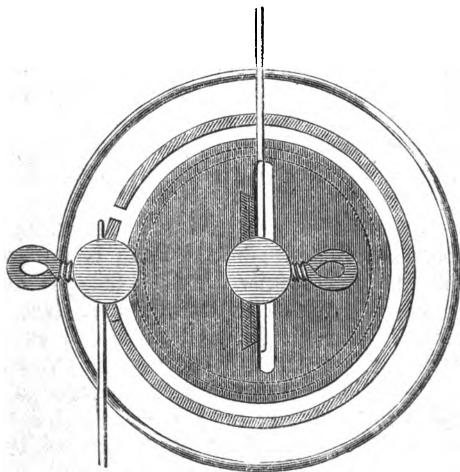

Der Thoncylinder t (Fig. 22), in welchem sich die Platinplatte P befindet, ist durch einen übergreifenden Deckel d aus Serpentin geschlossen, einem auf der Drehbank bearbeitbaren Material, welches zudem von Säuredämpfen nicht angegriffen wird. Der Deckel d hat in der Mitte ein Loch, genau so weit, daß der dicke Platindraht ab hindurchgeht, der unten bei b breit geschlagen, aufgeschnitten und mit der in ihm eingeklemmten Platte P vernietet ist, oben bei a aber ein Schraubengewinde trägt, welches in das kupferne Verbindungsstück c hineinragt. Zugleich geht er durch eine kleine, an der Unterseite des Deckels befindliche Mutter aus dickem Platinblech. Durch gleichzeitiges Anziehen der Mutter und des Stückes c wird ohne Anwendung eines Kittes ein ganz festes Loch im Deckel bewirkt. Um die Oberfläche des Platins zu vergrößern, hat dasselbe übrigens nicht die Form

einer einfachen Platte, sondern ist aus zwei Cförmig gekrümmten Platten zusammengesetzt, die mit ihren convexen Seiten an einander liegen. — Durch die Form des Deckels erhält übrigens die Thonzelle zugleich eine feste Stellung im Zinkcylinder Z, der bei A seine Verbindungsklemme hat.

Eine andere Anordnung der Grove'schen Kette ist von A. Weinhold in Chemnitz angegeben worden.

Die Zinkcylinder werden aus starkem Walzzink warm gebogen und sind mit einem etwa 25 Millimeter breiten und ebenso hohem Ansatze versehen, der zum Aufsetzen der Klemmscheibe dient.

Fig. 23.



Die Platinbleche sind einfach viereckig geschnitten, ihre Breite ist ungefähr 6 Millimeter kleiner, als der innere Durchmesser, ihre Länge aber etwa 20 Millimeter größer als die innere Höhe der Thonzelle. Die letztere wird mit einem etwa 4 Millimeter starken Deckel aus Hartgummi bedeckt, der am Rande derart abgedreht ist, daß er ein Wenig in die Zelle eingreift. Ein Schlitz im Deckel läßt das Platinblech bequem

durch. Neben demselben befindet sich eine kleine senkrechte Platte aus Hartgummi, welche in der aus vorstehender Figur 23 ersichtlichen Weise in den Deckel eingelassen und an ihrem vorragenden Theile bis auf eine Dicke von etwa $1\frac{1}{2}$ Millimeter abgefeilt worden ist. Zur Verbindung der einzelnen Elemente dienen Kupferstreifen, die immer zuerst mit dem Platin verbunden werden, indem man das Platinblech zuerst durch den Schlitz des Deckels schiebt, und dann den Kupferstreifen derart anlegt, daß das Platin zwischen ihm und der senkrechten Hartgummiplatte gehalten wird; zum Zusammenhalten des Ganzen dient eine einfache Schraubklemme, und mit einer solchen wird auch der Kupferstreifen an dem Zink des nächsten Elementes befestigt. Die Schraubklemmen kann man in einfachster Weise so herstellen, daß ein kurzes starkes Stück Rundmessing an dem einen Ende mit einem weiten Schlitz versehen wird, in den von der Seite eine Preßschraube mit nicht zu feinem Gewinde hereingeht. Diese Klemmen sind etwas massiv zu nehmen, um dem Platin hinlängliche Stabilität zu geben.

Diese Construction zeichnet sich dadurch aus, daß das Ganze sich leicht auseinander nehmen läßt und jeder Theil bequem zu reinigen ist.

Eine verbesserte Form der Meidinger'schen Kette ist von Dr. Pincus in Insterburg beschrieben worden. Eine kreisrunde Kupferscheibe, welche in der Mitte ein Loch von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser hat, ruht mit drei aus umgebogenen Kupferstreifen gebildeten Füßen auf dem Boden eines Glasgefäßes, so daß zwischen ihr und dem Boden ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll Zwischenraum bleibt. Parallel zu ihr, aber etwa vier Zoll höher, ist eine gleich große, $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Zinkscheibe mittels dreier angegossenen Zinkzapfen an die Ränder des Gefäßes aufgehängt. An einem dieser Zapfen ist ein einfacher Leitungsdraht angebracht; der mit Guttapercha überzogene von der Kupferplatte ausgehende Leitungsdraht tritt durch einen Ausschnitt am Rande der Zinkplatte zu Tage. Auf der letzteren ruht ein Glascylinder, der unten in eine enge Röhre und eine Spitze mit feiner Oeffnung ausläuft. Man kann sich leicht ein derartiges Gefäß aus einer Arzneiflasche, deren Boden man wegsprengt, und einer Glasröhre nebst Kork herstellen. Die unten angesetzte Röhre geht durch eine in der Mitte der

Zinkplatte angebrachte Oeffnung und durch das schon erwähnte Loch in der Kupferplatte hindurch, und die Spitze ist nur wenig vom Boden entfernt. Das große Gefäß wird mit Bittersalzlösung gefüllt, welche 1—2 Zoll über die Zinkplatte stehen muß; in das kleine Gefäß wirft man Kupfervitriolstückchen. Der Raum unter der Kupferplatte sättigt sich dann bald mit Kupfervitriollösung und diese steigt, je nach der Concentration der Bittersalzlösung, ½ bis 1 Zoll über die Kupferplatte, eine scharfe Scheidefläche gegen die farblose Bittersalzlösung bildend. Bei ruhigem Stande des Gefäßes und nicht zu großen Temperaturdifferenzen ist eine Berührung des Zinkes mit der Kupferlösung nicht zu befürchten.

Der Hauptvorzug dieser Anordnung liegt außer in der Uebersichtlichkeit aller Theile namentlich in der überall gleichen Entfernung der beiden Metallplatten. Auch kommt, besonders wenn durch leichte Erschütterungen oder Temperaturdifferenzen Strömungen entstehen, bei der ursprünglichen Meidinger'schen Anordnung, wo Kupfer und Zink in Form ungleich weiter Cylinder übereinander stehen, leicht das Zink mit der Kupferlösung in Berührung, was einen Niederschlag von Kupfer auf dem Zink zur Folge hat.

Dr. Pincus hat Elemente seiner Anordnung mit Platten von 4 Zoll Durchmesser viel dauerhafter, ökonomischer und wirksamer gefunden, als gewöhnliche Meidinger'sche Elemente mit viel größerer Oberfläche. Seiner Meinung nach ließe sich die Kupferplatte vielleicht durch einen 30 bis 36 Zoll langen, ½ Zoll breiten spiralförmig gewundenen Kupferstreifen ersetzen. Auch könnte man vielleicht das Gefäß für den Kupfervitriol ganz entbehren und einfach die Krystalle durch die Oeffnung im Zink einwerfen.

Carré's Anordnung der Daniell'schen Kette. Bei derselben sind angeblich die inneren Widerstände so weit als möglich reducirt worden. In einem 12 Centimeter weiten und 60 Centimeter hohen Gefäße steht auf einem Kreuzholze ein 55 Centimeter hoher Zinkcylinder. Im Innern desselben befindet sich das Diaphragma, welches aus Pergamentpapier oder auch aus Papier, welches mit bei 230° coagulirtem Eiweiß imprägnirt ist, besteht. Das cylindrisch geformte und mit Gummilack zusammengeklebte Papier ist unten an einen cylindrischen

Napf aus nicht leitender Masse aufgeklebt, welcher auf dem erwähnten Kreuzholze steht. Im Innern des Diaphragma's ist ein cylindrisches Skelett von gleicher Höhe aufgestellt, das aus Holzstäbchen besteht, die 3 bis 4 Millimeter von einander abstehen und unten durch ein passendes Holzstück, oben durch einen kupfernen Ring zusammengehalten werden. Zwischen diesem Bodenstück und dem Kupferringe ist ein etwa 0,7 bis 0,8 Millimeter starker Kupferdraht in zahlreichen Auf- und Niedergängen ausgespannt, der das Holzskelett mit einem förmlichen Drahtnetz umgiebt. Das Innere des Holzskelettes wird nun mit Kupfervitriolkrystallen bis zur ganzen Höhe des Diaphragmas angefüllt, die in der vorhandenen Flüssigkeit sich auflösen. Wenn der netzförmig ausgespannte Kupferdraht sich zu sehr mit metallischem Kupfer bedeckt hat, so kann er leicht abgenommen und durch einen neuen ersetzt werden. Als Erregungsflüssigkeit für das Zink dient eine wäßrige Lösung von Zinkvitriol, die mit etwa $^1/_{500}$ Schwefelsäure angesäuert ist. Der normale Gehalt dieser Lösung ist 20 Proc., erreicht derselbe 40 Proc., so ersetzt man, um den Strom constant zu erhalten, einen Theil der Lösung durch Wasser. Ein Zusatz von dem zehnten Volumtheil concentrirter Salmiaklösung zur Zinklösung erhöht noch die Intensität des Stromes.

Die Säule soll bis zur völligen Auflösung des Zinkes arbeiten, was nach etwa 200 Stunden eintritt. Bei den angegebenen Dimensionen soll die Menge der entwickelten Elektricität größer sein, als bei einem Bunsen'schen Element von mittler Größe.

Boulay's Modification der Daniell'schen Kette. Bei dieser Kette erhält der Kupfervitriol, welcher die Kupferplatte umgiebt, ein Zusatz von einem gleichen Gewicht Kalisalpeter. Dadurch soll die Bildung der metallischen pilzartigen Ansätze verhütet werden, die sonst gewöhnlich auf dem Kupfer erschienen. Als Erregungsflüssigkeit für das Zink dient eine Lösung von Seesalz mit 30 Proc. Schwefelblumen.

Savary's Kette ist ebenfalls eine Abänderung der Daniell'schen. Das Zink taucht in eine wäßrige Lösung von Seesalz; statt des Kupfers wird ein Stück Kokes benutzt, welches mit Kupferdraht umwickelt ist und in ein poröses Gefäß

taucht, welches Salzwasser mit fein vertheiltem Schwefel enthält.

Element von Rey. Dieses der Pariser Akademie zur Begutachtung vorgelegte Element soll sich durch geringe Herstellungskosten, Einfachheit der Anordnung und vollständige Freiheit von störenden Einflüssen auszeichnen, auch bequem und ohne in Unordnung zu gerathen transportabel sein. Dasselbe besteht

1. aus einem mit Salmiaklösung gefüllten Gefäße, in welches ein amalgamirter Zinkstreifen eingesetzt wird;

2. einer porösen Zelle, welche mit kohlensaurem Kupferoxyd gefüllt ist, in welches eine Kupferplatte eingesetzt ist.

Als kohlensaures Kupferoxyd kann Malachit verwendet werden, wie selbiger sich z. B. zu Chessy bei Lyon, häufig findet. Der Salmiaklösung hat man von Zeit zu Zeit einen Salmiakkrystall zuzufügen. Soll die Säule zu militärtelegraphischen Zwecken Verwendung finden, so kann man statt der Salmiaklösung auch Sand verwenden, der mit solcher Lösung benetzt ist.

Duchemin's elektrische Boje ist eine auf dem Meere schwimmende Kette. Jedes Element besteht aus einem Zinkstück und einem dasselbe umgebenden Kohlencylinder, welche beide durch ein Querholz verbunden sind.

Die ersten Versuche mit dieser Kette wurden 1859 angestellt; später — August 1866 bis September 1867 — wurden solche in größerem Maßstabe im Hafen von Cherburg wiederholt. Dabei ergab sich, daß der durch eine Batterie derartiger Elemente erregte Strom zur Conservirung des eisernen Panzers der Schiffe vortheilhaft zu verwenden ist. Eine blanke Eisenplatte von mehreren Metern Oberfläche, die mit dem negativen (Zink-) Pole einer Batterie von 7 Elementen von 40 Centimeter Umfang verbunden war, widerstand länger als ein Jahr der Einwirkung des Meerwassers, und überhaupt ergab sich, daß ein Element eine Eisenfläche zu schützen vermag, die 18 mal so groß als seine eigne Zinkfläche ist. Duchemin gedenkt seine Kette außerdem noch für verschiedene marine Zwecke, zum Entzünden von Torpedos und submarinen Minen, zum Signalgeben, zum Vertreiben der Mollusken, welche den Kupferbeschlag der Schiffe verunreinigen, u. s. w. zu verwenden.

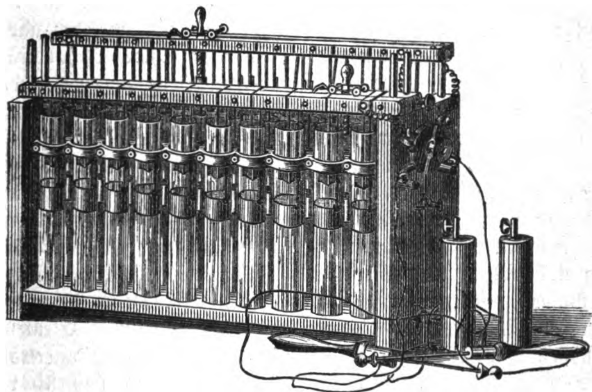
Leclanché's Zinkkohlenkette. G. Leclanché in Paris ist bei der Construction dieser Kette von der Ansicht ausgegangen, daß der positiv elektrische Körper nicht nur ein guter Elektricitätsleiter sein, sondern auch eine so große Verwandtschaft zum Wasserstoff besitzen müsse, daß er denselben sofort bei seiner Entwickelung zu beseitigen vermöge. Diese Eigenschaften besitzt der Braunstein (Manganüberoxyd). Da derselbe aber seiner übrigen Beschaffenheit wegen sich nicht gut dazu eignet, allein als positiver Pol verwendet zu werden, so benutzt Leclanché zu diesem Zwecke noch eine Kohlenplatte, die im Innern einer porösen Thonzelle steht. Der übrige Raum der letzteren ist mit einem Gemenge von grobgestoßener Gaskohle und Braunstein gefüllt. Es kommt viel auf die Wahl des Braunsteins an, am besten eignet sich die nadelförmig krystallisirte Varietät mit graphitartigem Glanze. Die Krystalle werden von der Gangart befreit und zu gröblichen Körnern zerstoßen, dann auf ein feines Sieb gebracht, um alles Pulver zu entfernen, und mit zerstoßener Gaskohle gemengt. Die Erregungsflüssigkeit ist eine wäßrige Salmiaklösung; man bringt das Salz im Ueberschusse in die Flüssigkeit, so daß es sich dann nach Maßgabe des Verbrauches auflöst. Die Flüssigkeit soll nur bis zur halben Höhe der porösen Zelle stehen. Das Zink steht in Form eines massiven Cylinders auf der Außenseite dieser Zelle.

Nach Leclanché's Angabe soll die elektromotorische Kraft dieser Kette sich zu derjenigen einer Daniell'schen von gleicher Oberfläche wie 5 : 3 verhalten. Nach Miltitzer hat diese Kette aber den Uebelstand, daß sie im Anfange sehr viel Ammoniakdämpfe entwickelt, die ihre Anwendung in bewohnten Räumen sehr lästig machen. In Frankreich ist dieselbe vielfach für telegraphische Zwecke im Gebrauch.

Eine interessante Erfindung, die für manche Anwendungen sehr werthvoll zu werden verspricht, ist die Zink-Chlorsilber-Kette von Dr. Pincus. In ein Reagenzgläschen von 7—8 Zoll Höhe und 3/4 Zoll Weite, welches bis 4/5 seiner Höhe mit verdünnter Schwefelsäure und Chlorcalciumlösung gefüllt ist, taucht bis zum Boden ein fingerhutförmiges Gefäß von reinem dünnen Silber, etwa einen Quadratzoll Oberfläche bietend und eine Partie Chlorsilber enthaltend. An dasselbe

ist ein durch Guttapercha gehörig isolirter Draht gelöthet, der durch den Kork, welcher das Glasgefäß schließt, nach außen geht. Durch denselben Kork geht verschiebbar ein zweiter Leitungsdraht, an welchem ein Stückchen reines amalgamirtes Zink befestigt ist, welches in die Flüssigkeit taucht und dem Silber beliebig genähert werden kann.

Fig. 24.



Eine Anzahl solcher Elemente in einem passenden Holzgestell bilden die Batterie.

Beim Schließen der Kette wird unter Erzeugung eines kräftigen Stromes Chlorsilber reducirt und ein äquivalentes Gewicht Zink in Chlorzink verwandelt, ohne daß eine Spur von Wasserstoff sich entwickelt. Diese Gasentwickelung tritt aber sofort kräftig ein, sobald alles Chlorsilber reducirt ist. Es ist übrigens vollständig gleichgültig, ob das Chlorsilber pulverförmig oder in geschmolzenem Zustande angewandt wird.

Derartige Elemente sind ihrer Kleinheit wegen sehr bequem; ganz besonders würde dieser Umstand bei der Verwendung für die Feldtelegraphie von Vortheil sein; 20 Elemente haben Raum in einer Patronentasche. Dabei ist eine solche Batterie leicht, und ohne in Unordnung zu gerathen zu trans-

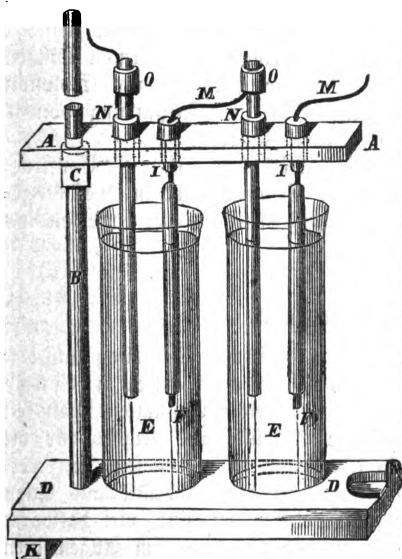
portiren, und es ist z. B. versuchsweise eine kleine Probebatterie in gefülltem Zustande von München nach Stuttgart und von da nach Ems geschickt worden, ohne daß sie Schaden genommen hätte. Ferner ist die Batterie auch verhältnißmäßig billig. Das durch Reduction des Chlorsilbers abgeschiedene metallische Silberpulver läßt sich entweder als solches verwenden oder ohne wesentliche Kosten wieder in Chlorsilber umwandeln. Uebrigens reicht für eine Batterie von 40 Elementen, die nicht einen halben Cubikfuß Raum einnimmt, eine Quantität von ungefähr 4 Loth Chlorsilber zur Füllung aus, und der ganze Silberwerth einer solchen, Silberblech und Chlorsilber, beträgt kaum 12 Thaler. Dabei ist die Wirkung eine ziemlich bedeutende. Schon ein einziges Element lenkt die Nadel eines wenig empfindlichen Galvanometers ziemlich stark und dauernd ab. Drei bis vier Elemente zersetzen Wasser und mit der letzteren Anzahl ist (13. Juli 1868) zwölf Meilen weit, von Insterburg nach Königsberg, mit einem Morse ohne Relais, telegraphirt worden. Zehn Elemente bringen als physiologische Wirkung nicht blos bedeutende Geschmacks- und subjective Lichterscheinungen, sondern auch ein lebhaftes Brennen auf den weniger empfindlichen Hautstellen hervor. Zwanzig Elemente vermögen Muskelzuckungen und Contractionen, sowie unerträgliches Brennen zu verursachen. Bei Anwendung von 30 bis 40 Elementen treten schon bei kurzer Berührungsdauer wirkliche Verbrennungserscheinungen, Röthung der Haut u. s. w. ein, und selbst wenig empfindliche Personen werden die Berührung der Pole mit der Hand nicht länger als einige Sekunden ertragen können. Außerdem muß bemerkt werden, daß der Strom sehr constant ist.

Derartige Batterien fertigen Moewig (Firma: C. Carogotti) in Königsberg und Rohrbeck (Firma: Luhme) in Berlin; Fig. 24 zeigt die Anordnung, welche Ersterer der Batterie gegeben hat.

Eine galvanische Kette ganz ähnlicher Einrichtung haben um dieselbe Zeit und unabhängig von Pincus auch Warren de la Rue und Hugo Müller ersonnen. Die einzigen Abweichungen bestehen darin, daß 1. statt des fingerhutförmigen Gefäßes aus Silberblech, welches das Chlorsilber ent-

hält, ein aus Chlorsilber gegossener kleiner Cylinder benutzt wird, und daß 2. als Erregungsflüssigkeit eine Auflösung von 25 Gramm Kochsalz in einem Liter Wasser dient. Bei der aus 10 Elementen bestehenden Batterie, welche am 19. October 1868 der Pariser Akademie vorgezeigt wurde, hatte das Zink 10 Centimeter Länge und 4½ Millimeter Durchmesser, die Chlorsilbercylinder waren 64 Millimeter lang und 6½ Millimeter dick. Die Elemente standen auf einer hölzernen Platte D (Fig. 25), welche zehn Vertiefungen zur Aufnahme passender Glasgefäße E enthielt. An jedem Ende der Platte war eine Glassäule B angebracht und an diesen zwei Säulen ließ sich mittels ein Paar Kautschukringen C eine hölzerne Querplatte A auf und abschieben. In dieser Platte waren Löcher angebracht, in denen durch Kautschukringe N die Zinkcylinder befestigt waren. Jeder Zinkcylinder ging etwa 15 Millimeter über den verschiebbaren Stab hinaus und an diesem hervorragenden Theile war mittels eines anderen Kautschukringes O jedesmal der von dem Nachbarelement kommende Silberdraht M befestigt. Jeder solche Draht hatte 15 Centimer Länge, 0,7 Millimeter Dicke und ragte noch etwa 2 Millimeter über das untere Ende des an ihm angebrachten Chlorsilbercylinders vor. Diese Einrichtung soll der schlechten Leitungsfähigkeit des Chlorsilbers wegen unumgänglich nothwendig sein zur ersten Ingangsetzung der Batterie. Der besseren Befestigung wegen war übrigens der den Silberfaden I umgebende Chlorsilbercylinder

Fig. 25.



nach oben hin in einen andern Cylinder aus vulkanisirtem Kautschuk fortgesetzt, der durch die verschiebbare Querplatte hindurchging. Man erkennt, wie es mit dieser Einrichtung möglich war, die Zink- und Chlorsilbercylinder beliebig weit in die Erregungsflüssigkeit einzutauchen.

Die ganze Batterie nahm einen Raum von 40 Centimeter Länge, $6^1/_2$ Centimeter Breite und 23 Centimeter Höhe ein. Sie lieferte, wenn man den Strom durch schwach angesäuertes Wasser (1 Schwefelsäure auf 8 Wasser) leitete, in der Minute 2 Cubikcentimeter Knallgas.

Im Februar vorigen Jahres ließen die Erfinder eine solche Batterie von 200 Elementen herstellen. Mit dem Strome derselben erhielten sie mit Leichtigkeit einen Lichtbogen zwischen zwei um 4 bis 5 Millimeter von einander entfernten Spitzen aus Buchsbaumkohle; 18 Elemente genügten zur Explosion eines Abel'schen Zünders und 100 zur Entzündung von 4 mit einander verbundenenn solchen Zündern.

Warren de la Rue und Müller haben die Construction neuer Batterien mit großer Elementenzahl in Aussicht gestellt, sobald sie über die vortheilhafteste Form derselben ins Klare gekommen sein werden.

## Galvanoplastik.

Eine eben so interessante als wichtige Erfindung auf diesem Gebiete ist die Herstellung galvanischer Abdrücke aus Eisen. Wenn man bedenkt, welche Wichtigkeit schon seit längerer Zeit galvanoplastische Abdrücke aus Kupfer für die Buchdruckerkunst haben, so kann man leicht ermessen, von welcher Bedeutung die Herstellung derartiger Abdrücke aus Eisen sein muß, die, wenn sie sonst vollkommen sind, viel haltbarer als die kupfernen sein werden und nicht nur im Allgemeinen eine größere Anzahl von Abdrücken vertragen, sondern namentlich auch einer Menge kleinerer Unfälle, Beschädigungen durch Sandkörner, Knötchen im Papier u. dergl. besser zu widerstehen vermögen, als diese. Es ist daher zu erwarten, daß in Zukunft zur Reproduction von Holzschnitten und Stereotypsätzen nicht mehr Kupferclichés, sondern Eisenniederschläge verwendet werden. Diese werden auch zur Copirung gravirter Kupfer-

platten, namentlich aber zur Herstellung der Platten, welche zum Drucke der Banknoten, Briefmarken und Spielkarten dienen, vortheilhaft in Anwendung kommen. Aber nicht allein auf typographischem Gebiete, sondern auch in der Kunstindustrie scheinen die galvanoplastischen Eisenniederschläge zu einer wichtigen Rolle berufen.

Die Versuche, Eisen auf galvanischem Wege niederzuschlagen, sind nicht neu. Längst schon kennt man das sogenannte „Verstählen" gravirter Kupferplatten, welches bezweckt, diesen Platten durch einen zarten galvanischen Eisenniederschlag mehr Härte und Widerstandsfähigkeit zu verleihen.

Aber auch selbstständige Eisenplatten sind schon früher auf diesem Wege hergestellt worden. Zuerst scheint dies in der Fayencefabrik von Boch in Siebenbrunnen bei Luxemburg geschehen zu sein, und zwar in den vierziger Jahren. Der Erfinder des Verfahrens, Liet, copirte auf diese Weise Kupferplatten, welche zum Zwecke des Fayencedruckens vertieft gestochen waren. Das Verfahren, welches übrigens Geheimniß blieb, lieferte Platten von vorzüglicher Beschaffenheit, wie Stammer bezeugt, der 1849 eine solche untersuchte. Weitere Folgen dieser Entdeckung sind indessen nicht bekannt.

Später hat sich Feuquières in Paris eingehend mit dieser Aufgabe beschäftigt, und bereits 1862 in London und dann wieder 1867 in Paris waren von demselben Gegenstände aus galvanoplastisch niedergeschlagenem dehnbaren Eisen ausgestellt. Nach Bouilhet's Angabe reproducirt das Eisen, wenn es galvanisch abgesetzt wird, alle Einzelnheiten der Matrize mit derselben Feinheit, wie Kupfer. Die Dichtigkeit solches Eisens ist etwas geringer, als die des gewöhnlichen weichen Eisens; denn während die des letzteren 7,7 ist, fand Bouilhet bei galvanisch niedergeschlagenem Eisen 7,689, 7,587 und 7,474. Indessen war die Platte, welche das letzte Resultat gab, entschieden fehlerhaft niedergeschlagen. Ist das Eisen mit Sorgfalt auf galvanischem Wege ausgeschieden, so ist es härter, als gewöhnliches Eisen. Es läßt sich kalt hämmern, zerbricht aber bei anhaltender Bearbeitung. Ferner läßt es sich heiß schmieden. Bei Abschluß der Luft erkaltet, wird es dehnbar und läßt sich dann kalt walzen. Zwischen glühenden Kohlen erhitzt, cementirt es sich und wird schmelzbar. In Säuren

löst es sich ohne Rückstand auf und giebt sich dadurch als chemisch reines Eisen zu erkennen. Gegen den Magnetismus verhält es sich anders, als gewöhnliches weiches Eisen; einmal magnetisch gemacht, behält es nämlich die magnetische Kraft in bedeutendem Grade.

Uebrigens ist auch Feuquières' Verfahren bis jetzt ein Geheimniß geblieben.

Zu noch größerer Vollendung hat aber die Herstellung galvanischer Eisenplatten der russische Bergingenieur und Dirigent des galvanoplastischen Laboratoriums der Expedition für die Anfertigung der russischen Staatspapiere in Petersburg, Eugen Klein, gebracht. Jacobi, welcher am 5. März vorigen Jahres der Petersburger Akademie verschiedene von Klein gelieferte Proben vorlegte, erklärte dieselben für weit über den Producten Feuquière's stehend.

Nach dem Klein'schen Verfahren wird das Eisen aus einer Lösung von gleichen Mischungsgewichten schwefelsauren Eisenoxyduls und schwefelsauren Ammoniaks niedergeschlagen. Zur Erregung des Stromes dient eine nicht zu kräftige Meidinger'sche Batterie; als Anode wird eine Platte von Eisenblech von beträchtlicher Fläche, als Kathode die zu copirende Platte verwendet. Letztere muß sehr rein sein, wenn der Niederschlag regelmäßig erfolgen soll. Die Stromstärke und die Concentration des Bades richtet sich nach der Beschaffenheit der Kathode, ist also verschieden zu nehmen, je nachdem diese aus Kupfer, Messing, Schriftgießermetall, graphitirter Guttapercha 2c. besteht. Auf graphitirter Guttapercha schlägt sich das Eisen sehr langsam und selten ganz regelmäßig nieder; daher setzt Klein derartige Kathoden zuerst in ein Kupferbad, und wenn sich dann ein ganz schwacher Kupferniederschlag gebildet hat, so wird dieser mit Wasser abgespült und die Matrize in das Eisenbad gehängt. Von der fertigen Eisenplatte läßt sich später die dünne Kupferschicht mittels englischer Erde und einer weichhaarigen Bürste leicht wieder entfernen.

Ist der Strom eine Zeit lang durch die Flüssigkeit gegangen, so reagirt dieselbe gewöhnlich merklich saurer, als Anfangs, und das Eisen wird dann nicht mehr gleichmäßig, sondern in glänzenden Streifen abgeschieden. Es kommt das daher, daß mehr Eisen aus der Flüssigkeit abgeschieden wird, als sich

an der Anode auflöst. Durch blose Vergrößerung der Anode läßt sich dieser Uebelstand nicht beseitigen; er stellt sich ein, wenn auch die Anode achtmal so groß ist, als die Kathode. Klein ertheilt daher der Anode eine größere Löslichkeit, indem er sie mit einer besonders in die Flüssigkeit eingestellten Kupferplatte verbindet.

Noch muß erwähnt werden, daß Klein auch andere Bäder als das erwähnte brauchbar gefunden hat. So gab namentlich eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, die bei 15° R. mit Salmiak gesättigt wurde, ganz gute Eisenniederschläge.

Die nach dem Klein'schen Verfahren hergestellten Eisenniederschläge haben eine mattgraue Farbe und haften gut an der Kathode, ohne aufzuschwellen oder rissig zu werden. Wenn die Abscheidung etwa 24 Stunden gedauert hat, so zeigen sich gewöhnlich kleine Höhlungen in dem Niederschlage, welche den warzenförmigen Auftreibungen entsprechen, die man an galvanischen Kupferniederschlägen beobachtet und welche ihren Grund in zu reichlicher Gasentwickelung an der Oberfläche der Kathode haben. Durch passende Verminderung der Stromstärke oder auch der Concentration des Bades lassen sich diese Höhlungen, die übrigens selten durch die ganze Dicke des Niederschlages gehen, gänzlich verhüten.

## Das elektrische Licht.

Elektrische Lichterscheinungen treten theils in Form von Entladungsfunken, Lichtbüscheln und dergl. auf, wenn der elektrische Zustand eines Körpers verschwindet; theils erscheinen sie in einer geschlossenen Kette und verdanken ihren Ursprung dem Glühen fester Theile; theils beobachten wir sie in Räumen, welche mit verdünnten Gasen gefüllt sind. Die dritte Gruppe der elektrischen Lichterscheinungen, deren Untersuchung der neuesten Zeit angehört, gehört eigentlich zum Theil zur ersten, zum Theil zur zweiten Gruppe.

Den elektrischen Funken hat schon Otto von Guericke in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts wahrgenommen und bald darauf haben ihn die Mitglieder der Academia del cimento genauer studirt. Die elektrischen Lichterscheinungen im luftverdünnten Raume wurden, nachdem das Leuchten der Toricelli'=

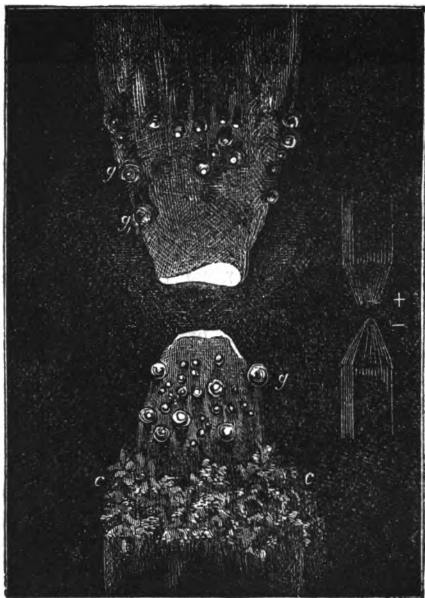
schen Leere beim Durchgange eines Entladungsfunkens entdeckt war, zuerst von G. H. Grumbert eingehender untersucht. Er machte auch Vorschläge, um „das elektrische Licht im luftleeren Raume zur Beleuchtung in Bergwerken und an Orten, wo man des gewöhnlichen Lichtes sich nicht bedienen könne, anzuwenden.“ Indessen konnten bei dem Zustande der älteren Apparate zur Erregung der Elektricität diese Vorschläge keine praktischen Erfolge haben.

Zu den Erscheinungen der zweiten Gattung gehört der Volta'sche Lichtbogen. Während bei Anwendung einer galvanischen Batterie von mäßiger Stärke durch Unterbrechung der Stromleitung an einer Stelle nur ein mehr oder weniger starker Funken erscheint, an welchem keinerlei Schlagweite beobachtet werden kann, kann bei Anwendung von Batterien von bedeutender elektromotorischer Kraft eine continuirliche Reihe von Feuererscheinungen, ein Funkenstrom, erzeugt werden. Einen solchen beobachtete Children (1809) bei Anwendung einer Volta'schen Säule von 1250 Plattenpaaren, als er den Strom zwischen zwei bis auf 0,02 eines englischen Zolles einander genäherten Platinspitzen übergehen ließ. Aehnliche Versuche in großem Maßstabe hat später (Anfang der vierziger Jahre) Gassiot angestellt. Er ließ in einem Falle den Funkenstrom einer Wasserbatterie von 3520 Plattenpaaren zwischen den um 0,02 Zoll entfernten Elektrodenenden fünf Wochen hindurch Tag und Nacht ununterbrochen übergehen. Bei Benutzung einer Grove'schen Batterie von 100 Elementen kamen die Funken zwischen Kupferelektroden in einer Entfernung von 0,001, zwischen Kohlenspitzen aber bei einer Entfernung von 0,0004 engl. Zoll zum Vorschein. Die glänzendste Erscheinung dieser Art wurde aber 1813 von Davy unter Anwendung einer großen, der Londoner Royal Institution gehörigen Volta'schen Säule von 2000 vierzölligen Plattenpaaren beobachtet. Bei Anwendung von Kohlenspitzen durften dieselben nach eingetretenem Glühen nach und nach bis auf 4 Zoll von einander entfernt werden. Dabei entstand ein in der Mitte breiter, gegen die Enden hin schmaler Flammenbogen. Im luftverdünnten Raume zeigte sich derselbe noch bei 6 Zoll Entfernung. Derselbe zeichnete sich nicht blos durch sein intensives Licht, sondern auch durch bedeutende Wärmeentwickelung aus: schwerflüssige Substanzen konnten in

demselben geschmolzen, Diamant und Graphit verflüchtigt werden u. s. f.

Zur Erzeugung dieser Lichterscheinung zwischen Kohlenspitzen bedarf es nun aber keineswegs so gewaltiger Batterien, wie die eben erwähnten. Schon 10 bis 12 Bunsen'sche oder Grove'sche Elemente gewöhnlicher Größe, ja sogar 6 großplattige Grove'sche Elemente genügen zu seiner Erzeugung. Anfangs müssen die beiden Kohlenspitzen, zwischen denen er entstehen soll, an einander gebracht und hierauf vorsichtig von einander entfernt werden; mit dem Oeffnungsfunken stellt sich dann der Lichtbogen her. Der letztere besteht, wie spätere Untersuchungen gezeigt haben, in einer Ueberführung fester Theile in glühendem und geschmolzenem Zustande von der einen Elektrode zur andern, und es muß daher seine Länge abhängig sein von der Leichtigkeit, mit welcher die Elektrodenenden sich loslösen und fortführen lassen. Man kann nach Le Roux's Angabe die Vorgänge im Lichtbogen und an den Kohlenspitzen sehr gut beobachten, wenn man mittels einer passend aufgestellten Linse ein vergrößertes Bild der Lichterscheinung auf einem Schirme erzeugt, wie Fig. 26 eines zeigt. Die wahre Größe der Kohlenspitzen ist rechts von der Hauptfigur angegeben. In dieser ist oben die positive, unten die negative Elektrode angegeben. Letztere ist auffallend spitz im Vergleich

Fig. 26.



zur anderen. Es rührt dieses daher, daß von der positiven Elektrode ungefähr doppelt soviel Theilchen sich loslösen, als von der negativen. Dieses findet natürlich nur dann statt, wenn man sich eines elektrischen Stromes von immer gleicher Richtung bedient. Wendet man dagegen den immer seine Richtung ändernden Strom einer Nollet'schen Maschine (s. vorig. Jahrg. S. 128 u. f.) an, so fällt diese Ursache der ungleichen Abnutzung beider Kohlenspitzen weg. Aber auch in diesem Falle nutzt sich, wenn die Kohlenspitzen übereinander angebracht sind, die obere Kohlenspitze etwas mehr ab als die untere, nach Le Roux in dem Verhältnisse 108 : 100. Diese Ungleichheit rührt von der Verbrennung der Kohlentheilchen her, welche bei beiden Kohlenspitzen unter verschiedenen Umständen vor sich geht. Während nämlich die untere Kohlenspitze von kalter Luft umspült wird, befindet sich die obere in dem von der unteren aufsteigenden Strome heißer Luft.

Die in unserer Figur an den beiden Kohlenspitzen, aber erst in einiger Entfernung von den Enden, erkennbaren Blasen g, rühren von geschmolzner Kieselsäure her; an den Enden bemerkt man sie nicht, weil sie sich verflüchtigen, ehe die Abnutzung der Kohle bis zu ihnen fortschreitet.

Die Ueberführung kleiner Theilchen von der einen Kohlenspitze zur anderen scheint fortzudauern, wenn man den elektrischen Strom kurze Zeit unterbricht. Läßt man dann den Strom wieder eintreten, so stellt der Volta'sche Lichtbogen sich wieder ein, ohne daß es einer neuen Berührung beider Kohlenspitzen bedarf. Le Roux hat diese Erfahrung benutzt, um mit demselben elektrischen Strome an zwei verschiedenen Punkten einen Lichtbogen zu erhalten; zu dem Zwecke sandte er mittels eines Vertheilungsrades den Strom $^1/_2$ Sekunde nach dem einen und dann ebenso lange nach dem anderen Punkte hin.

Andere Elektroden zeigen ein anderes Verhalten, zwischen zwei Silberelektroden z. B. findet die Wiederherstellung des Lichtbogens nach kurzer Unterbrechung nicht statt.

Um einen Flammenbogen von bedeutender Intensität, wie er für praktische Beleuchtungszwecke erforderlich ist, zu erzeugen, sind im allgemeinen mehrere Bedingungen zu erfüllen. 1. Muß man eine Stromquelle von bedeutender elektromotorischer Kraft anwenden, welche einen während der ganzen Dauer der Lichterscheinung

constanten Strom liefert. 2. Müssen die Elektroden von solcher Beschaffenheit sein, daß sie ein glänzendes, längere Zeit sich gleich bleibendes Licht liefern und dabei gestatten, dem Lichtbogen eine gewisse, wenn auch geringe Länge zu geben. 3. Ist es nöthig, die Enden der Elektroden immer in derselben Entfernung zu halten. Soll der Lichtbogen im Brennpunkte eines Hohlspiegels oder einer Linse erzeugt werden, so ist durch mechanische Einrichtungen besonders dafür Sorge zu tragen, daß sich die Elektroden an der richtigen Stelle befinden.

Die erste Bedingung ist allerdings durch hydroelektrische Batterien schwer zu realisiren; deshalb wendet man in der Praxis gewöhnlich magneto-elektrische Maschinen zur Erzeugung des elektrischen Lichtes an.

Was die Beschaffenheit der Elektroden anlangt, so verwendete Davy Holzkohle. Da dieselbe ihres lockern Gefüges halber sich sehr rasch abnutzt, so ersetzte sie Foucault durch die Kokes, welche bei der Leuchtgasbereitung aus Steinkohlen in den Retorten zurückbleiben. Diese Kohle ist dichter, cohärenter und nutzt sich weit weniger ab. Aber immer noch zeigt sie mancherlei Uebelstände, die namentlich aus ihrem Gehalte an Erden und Silicaten entspringen. Der Lichtbogen wird oft ungleichmäßig an Intensität, er schwankt, die Abnutzung erfolgt ungleichförmig. Deshalb hat man sich mehrfach bemüht, auf künstlichem Wege eine brauchbare Kohle herzustellen. Die beachtenswerthesten unter diesen Versuchen sind die von Curmer und von Jacquelin.

Das Verfahren von Curmer ist in seinen Einzelnheiten zur Zeit noch Geheimniß. In der Hauptsache besteht es darin, daß gewisse organische Substanzen, die man in cylindrische Form gebracht hat, unter Luftabschluß geglüht werden. Die auf diese Art erhaltene poröse Kohle wird dann mit kohlenstoffreichen Substanzen, Harzen oder zuckerhaltigen Lösungen imprägnirt, getrocknet und wiederum geglüht. Dieses Verfahren wird mehrmals wiederholt und namentlich dafür Sorge getragen, daß das Glühen längere Zeit fortgesetzt wird und zwar bei sehr hoher Temperatur. Die auf diese Art erhaltene Kohle hat allerdings etwas geringere Härte als Kokes, auch erhitzt sie sich ihres geringeren Leitungsvermögens wegen etwas stärker, indessen werden vielleicht mit der Zeit diese Uebelstände sich heben lassen. Uebri-

gens ist die Herstellungsweise derjenigen ähnlich, die man früher bei den Kohlen der Bunsen'schen Elemente anwandte, ehe Archereau die Kokes der Gasretorten zu diesem Zwecke anwenden lehrte.

Jacquelin hat die besonderen Umstände nachzuahmen gesucht, unter denen bei der Leuchtgasbereitung die Kokes entstehen, also namentlich die Berührung der glühenden Gefäßwandungen mit kohlenwasserstoffhaltigen Körpern. Statt der unreinen Steinkohle wird aber reiner Theer, der durch einen Destillationsprozeß gewonnen ist, angewandt. Auf diese Weise hat Jacquelin eine sehr reine Kohle hergestellt, welche nach Le Roux's Angabe ein ruhiges Licht liefert, das weißer und um etwa 1/4 intensiver ist, als das mit Kokeselektroden erhaltene. Leider ist diese Methode noch nicht industriell ausgebeutet worden.

Neuerdings hat Le Roux mit glücklichem Erfolge aus Magnesia gepreßte Cylinder, wie solche nach Caron's Angabe für Beleuchtungszwecke hergestellt werden, zur Verstärkung des elektrischen Kohlenlichtes verwendet. Ein solcher Cylinder von etwa 8 Millimeter Durchmesser wird in geringer Entfernung von den Kohlenspitzen angebracht, so daß er von dem Lichtbogen beleckt wird. Er geräth dadurch in lebhaftes Glühen und giebt dem Lichtbogen größere Beständigkeit.

Um die dritte der oben angegebenen Bedingungen zu erfüllen, die Kohlenspitzen immer in richtiger Entfernung zu halten, sind verschiedene Apparate, Kohlenlicht-Regulatoren, construirt worden. E. W. Staite und W. Petrie in England scheinen die Ersten gewesen zu sein, die einen derartigen Apparat von befriedigender Leistung zu Stande brachten; Staite's erstes Patent datirt vom 12. Nov. 1846. Die Idee des Staite'schen Regulators ist im Wesentlichen folgende. Die Kohlenspitzen sind vertikal über einander angebracht, die obere fest, die untere verschiebbar. Diese Verschiebung wird bewirkt durch eine horizontale Welle, welche mit einer Schraube ohne Ende versehen ist, deren Windungen eingreifen in ein Zahnrad, das an einer den Träger der untern Kohlenspitze umfassenden Hülse angebracht ist. Je nachdem diese Welle sich in der einen oder in der entgegengesetzten Richtung dreht, wird die Hülse und damit die untere Kohlenspitze aufwärts oder abwärts bewegt. Die horizontale Welle aber, an deren einem Ende ein Kronrad angebracht ist, erhält ihre Bewegung von einer vertikalen Spindel, welche durch

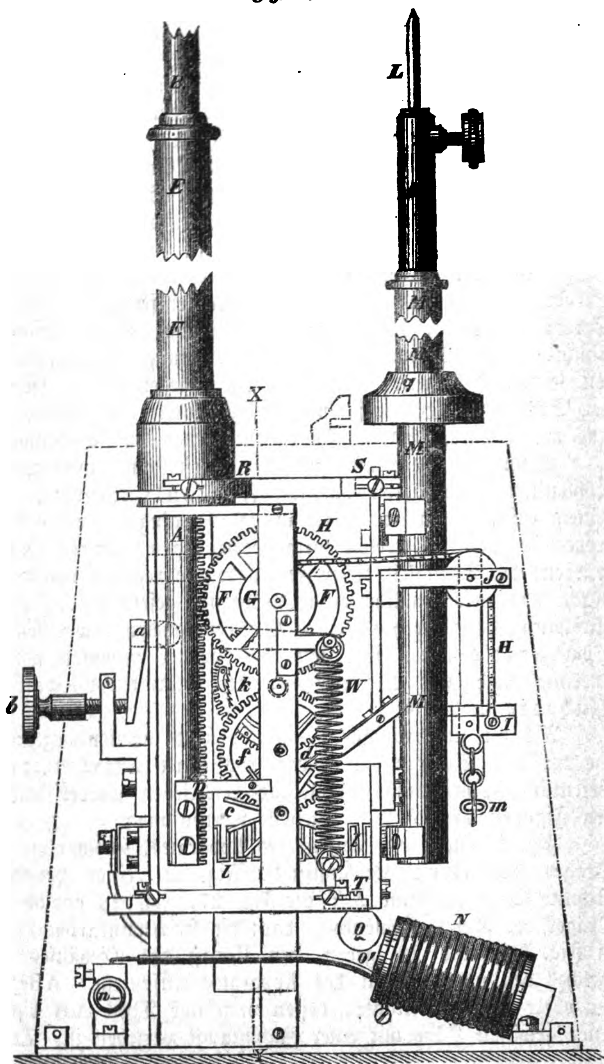
ein Uhrwerk in gleichförmige Rotation versetzt wird. An den beiden Enden dieser Spindel sind Triebe angebracht, die in das erwähnte Kronrad eingreifen können. Es ist nun klar, daß die horizontale Welle sich in dem einen oder anderen Sinne drehen wird, je nachdem ihr Kronrad mit dem oberen oder unteren Triebrade der vertikalen Spindel zum Eingriffe kommt. Um aber nach Bedürfniß das Eine oder Andere zu bewirken, bedarf es blos einer Verschiebung der Spindel in vertikaler Richtung und diese Verschiebung wird durch den vertikalen Eisenkern eines Elektromagneten bewirkt. Der letztere wird erregt durch den Strom, welcher das Kohlenlicht erzeugt. Sind die Kohlenspitzen zu weit von einander entfernt, so wird der Strom geschwächt, die magnetische Wirkung auf den Eisenkern nimmt ab und dieser bewegt sich, der Wirkung eines angehängten Gewichts folgend, abwärts. Ist dagegen die Entfernung der Spitzen zu gering, so nimmt die Stärke des Stromes zu und der Eisenkern bewegt sich in entgegengesetzter Richtung.

Besondere Verdienste um die Herstellung zweckmäßiger Kohlenlicht-Regulatoren hat sich Foucault erworben. Bei seinem ersten Regulator (Januar 1849) gingen beide Elektroden in Schlitten, welche durch Federn gegen einander gedrückt wurden; die Thätigkeit dieser Federn wurde regulirt von einem Rade, das durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzt wurde, dessen Auslösung der Ankerhebel eines Elektromagneten bewerkstelligte. Foucault's Ideen sind seit 1850 weiter entwickelt worden in einer Reihe von Constructionen des bekannten Mechanikers Duboscq in Paris.

Als der zweckmäßigste Regulator wird indessen gegenwärtig der von Serrin in Paris construirte betrachtet, dessen wesentliche Einrichtung nachstehend beschrieben werden und in den Figuren 27 bis 29 dargestellt werden mag.

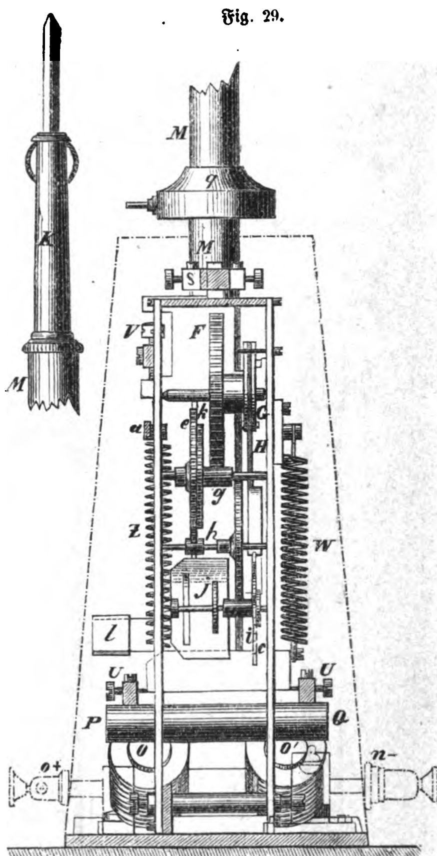
Fig. 27 stellt den Aufriß des Apparates, jedoch ohne den Träger des oberen Kohlenstiftes, Fig. 29 einen vertikalen Schnitt längs der Linie XY der Fig. 27, Fig. 28 endlich den Träger der oberen Kohlenspitze dar; die strich-punktirten Linien in Fig. 27, und 29 geben den Umriß des Gehäuses an, welches den untern Theil des Apparates einschließt. ABC ist der obere Kohlenstiftträger, dessen vertikaler Theil AB bis zu einer gewissen Höhe mit einer Zahnstange versehen ist. Durch

Fig. 27.



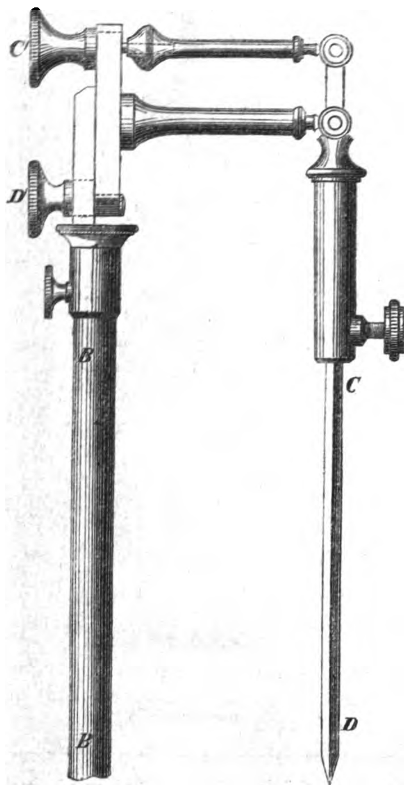
sein eigenes Gewicht strebt dieser Theil fortwährend herunterzugehen und die Kohlenspitzen einander zu nähern. CD (Fig. 28) ist der obere Kohlenstift, welcher durch eine Klemmschraube an seinem Träger befestigt ist. Bei Anwendung des Stromes einer Säule ist dieses die positive Elektrode. Die Schraubeu C′ und D′ ermöglichen eine genaue Einstellung der Kohlenspitze; C′ gestattet eine Bewegung in der Ebene des Trägers, D′ eine solche senkrecht zu dieser Ebene. E ist eine Hülse, welche dem oberen Kohleträger als Führung dient, F ein Zahnrad, welches in das Zahnrad am unteren Theile von AB eingreift. Auf die Achse dieses Zahnrades ist die Rolle G aufgesetzt, an deren Umfange die Metallkette HH befestigt ist, die um diese Rolle und dann über die kleine Leitrolle J nach der Platte I geht, an welcher sie befestigt ist. Diese Platte ist an dem Träger K des unteren Kohlenstiftes L angebracht; der Träger bewegt sich in der Hülse M, welche mit einem passenden Schlitze zum Durchgange von I versehen ist. Man erkennt leicht, daß durch eine Drehung des Rades

Fig. 29.



F der obere Kohlenstift abwärts, der untere aber aufwärts bewegt wird; damit diese Bewegung in der richtigen Weise erfolgt, müssen die Durchmesser von F und G in demselben Verhältniß zu einander stehen, wie die Abnutzung der oberen und der unteren Kohlenspitze. N ist ein geneigt aufgestellter Elektromagnet, dessen Pole O und O' senkrecht zur Ebene des Rades F stehen. PQ ist der Anker dieses Elektromagneten; derselbe bildet einen in der Richtung von vorn nach hinten horizontal liegenden Cylinder aus weichem Eisen. Mit diesem Anker ist das gegliederte Parallelogramm RSTU verbunden, welches das oscillirende System bildet und die richtige Regulirung der Kohlenspitzen vom Momente der Stromschließung an zu besorgen hat. Dasselbe besteht 1. aus einer verticalen Platte ST, welche an einem Seitenarme die Rolle J und die Hülse M trägt, 2. aus dem Hebel RS, der einerseits die Platte ST mittels einer kleinen Gabel trägt, anderntheils mittels einer kreisförmigen Gabel das untere Ende der Röhre

Fig. 28.



E umfaßt; endlich 3. aus einem horizontalen Rahmen, aus zwei parallelen (von vorn nach hinten laufenden) Hebeln T, U bestehend, die durch Querstücke verbunden sind. Das Parallelogramm ist an allen Winkeln auf Spitzen beweglich, und die Enden S und T sollen mit großer Empfindlichkeit die vertikale Verschiebung der Platte ST hervorbringen, indem sie um die entgegengesetzten Enden ihrer entsprechenden Hebel kleine Kreisbögen beschreiben. Da dieses ganze System fest mit dem Anker PQ verbunden ist, so wird, wenn der Strom durch die Windungen des Elektromagneten geht, die Platte ST, die Röhre M, die Rolle J und also auch der untere Kohlenspitzen-Träger nach unten gezogen; je nachdem die magnetische Anziehung stärker oder schwächer ist, wird das System mehr oder minder mit herabgehen. Die Schraube V dient dazu, die Amplitude der Oscillationen des Parallelogramms zu begrenzen. W und Z sind zwei Gegenfedern. Erstere ist einerseits mit einem der Lager des Räderwerkes, andererseits mit dem Anker PQ verbunden; letztere liegt symmetrisch zu jener auf der anderen Seite des Ankers und ist oben am Ende eines Hebels a aufgehängt. Dieser Hebel dient dazu, die Spannung der Feder Z zu reguliren; sein Drehpunkt ist am Träger der Röhre E angebracht und seine Stellung und damit die Spannung von Z läßt sich durch die Schraube b ändern, deren Kopf durch das Gehäuse des Apparates nach außen tritt. Diese Spannung muß sich nach der Intensität des zur Verwendung kommenden Stromes richten und nach der Intensität des Lichtes, das man verlangt.

Es ist oben erwähnt worden, daß das Gewicht des Trägers AB die Kohlenspitzen einander zu nähern sucht; der untere Kohlenträger kann aber außer der Bewegung, die er von dem oberen Träger mittels der Kette HH empfängt und bei welcher seine Führungshülse M unverrückt bleibt, auch noch eine andere machen. Wenn nämlich der Anker PQ von dem Elektromagneten angezogen wird und das Parallelogramm sich bewegt, so senkt sich die Rolle J und die Röhre M geht also abwärts.

Wenn die Platte ST nach unten geht, so greift sie mittels des an ihr befestigten Armes d in das Sperrrad c, welches mittels der Zwischenräder und Triebe e, f, g, h, i von F in Gang gesetzt wird. Die Bewegung dieses Räderwerkes

wird durch das auf der gemeinschaftlichen Achse von c und i sitzende doppelte Flügelrad j regulirt. Das Rad e, welches das erste Zwischenglied zwischen F und dem Flügelrade c bildet, ist lose auf die Achse des Triebes g aufgesetzt; aber mittels des auf derselben Achse befindlichen Sperrrades k und einer an e befestigten federnden Klinke ist eine Verbindung zwischen diesen Theilen hergestellt. Diese Anordnung gestattet aber eine plötzliche Bewegung des oberen Kohlenstiftes mit der Hand; durch eine solche rasche Bewegung wird nämlich momentan der Eingriff der Klinke in das Sperrad aufgehoben, um gleich hernach sich wieder herzustellen. l ist eine wellenförmig gebogene Metallfeder, welche einerseits am Träger der Röhre E, andererseits an der Röhre M angebracht ist und dazu dient, den elektrischen Strom zu leiten. Die wellenförmige Gestalt hat sie, um den Bewegungen des Parallelogrammes folgen zu können. Zur Ausgleichung des Gewichtsverlustes, welcher durch das Abbrennen der unteren Kohlenspitze entsteht, ist die Gegengewichtkette m angebracht, welche einerseits an dem Träger der Röhre e, andererseits an dem Träger I des unteren Elektrodenträgers befestigt ist. n und o sind die beiden isolirten Klemmen, in welche die Leitungsdrähte des Stromes eingesetzt werden. Die Platte p dient dem oberen Kohlenträger als Führung; das kleine, auf dem Cylinder M lose aufgesetzte Kapitälchen q soll die von den Kohlenspitzen abfallende Asche verhindern in das Gehäuse einzudringen und das Räderwerk zu verunreinigen.

Alle Theile des Apparates sind aus Metall gefertigt; durch zwischengelegte Elfenbeinplatten sind isolirt die Befestigungsstellen der leitenden Feder l mit dem Träger der Röhre E, die Befestigungsstellen der Röhre M mit der Platte S T des Parallelogrammes, die Verbindung der Kette H mit dem Träger I und endlich die beiden Befestigungsstellen der Gegengewichtskette m.

Wir wollen nun die Thätigkeit des Apparates etwas näher betrachten.

Das eine Ende der Drahtwindung des Elektromagneten N ist an der negativen Klemmschraube n, das andere Ende am Ende der Leitungsfeder l befestigt.

Wenn der elektrische Strom nicht cirkulirt, der Elektromagnet also nicht wirksam wird, so bleibt das oscillirende



Parallelogramm durch die Wirkung der Federn W und Z in einer durch die Stellung der Schraube V bestimmten Höhe. Der Arm d kommt dann mit dem Sperrrade c nicht in Berührung und das Räderwerk, durch das Gewicht des oberen Kohlenstiftträgers in Gang gesetzt, läuft ungehindert. Die Kohlenspitzen kommen in Berührung.

Jetzt wird der Strom, der bei o eintritt, durch die Röhre E nach den Kohlenspitzen und von da durch M und l nach dem Elektromagneten und nach n geht, geschlossen. Der Anker PQ wird jetzt angezogen, in Folge dessen wird die untere Kohlenspitze abwärts bewegt und gleichzeitig wird auch mittels des Armes d das Räderwerk arretirt, der Annäherung der Kohlenspitzen also ein Ziel gesetzt. Auf diese Weise werden die Kohlenspitzen auseinander gebracht und der Volta'sche Bogen bildet sich.

In dem Maße aber, wie die Kohlenspitzen sich abnutzen, wird auch ihre Entfernung kleiner und der Strom, daher auch die Anziehung des Elektromagneten schwächer. Endlich vermag der letztere der Wirkung der Spannfedern W und Z nicht mehr zu widerstehen, der Anker PQ wird losgerissen, das Parallelogramm geht in die Höhe, das Räderwerk wird ausgelöst, die Kohlenspitzen rücken wieder näher an einander, bis der Strom die nöthige Stärke erlangt hat, den Anker wieder anzuziehen und dadurch das Räderwerk zu arretiren.

Diese Regulatoren werden in Frankreich in Verbindung mit den elektromagnetischen Maschinen der Gesellschaft „Alliance" schon seit fünf Jahren zur Beleuchtung auf Leuchtthürmen verwendet und haben sich sehr gut bewährt. Nach Le Roux stellt ein solcher Regulator immer wieder die richtige Entfernung der Kohlenspitzen her, bringt die Kohlen selbstthätig zur Entzündung und läßt den Lichtbogen im Wasser, wie in der Luft entstehen. Starke Erschütterungen verträgt derselbe allerdings nicht, was zu beachten ist, wenn es sich um Verwendung des elektrischen Lichtes etwa zu Schiffe handelt.

Auf ganz anderen Prinzipien beruht die Einrichtung des Kohlenlicht-Regulators von E. Fernet. Seit Ampère weiß man, daß zwei auf einander folgende Theile desselben elektrischen Stromes, welche gleiche Richtung haben, sich abstoßen. Daraus folgt aber, daß auch die beiden Kohlenspitzen

zwischen denen der Lichtbogen entsteht, das Bestreben haben, sich von einander zu entfernen. Fernet hat nun diese Kohlenspitzen beweglich gemacht, aber zugleich auch Sorge getragen dafür, daß mit der wachsenden Entfernung eine andere Kraft sich geltend macht, welche die Entfernung zu vermindern strebt. Dieses ist die Torsionskraft. Da übrigens die abstoßende Kraft sehr schwach ist und noch mehr abnimmt, wenn die Kohlenspitzen sich entfernen, so muß nothwendigerweise dem ganzen Systeme eine Einrichtung gegeben werden, welche Reibungswiderstände möglichst vermeidet. Diese Einrichtung selbst ist im Wesentlichen folgende:

Die eine der Kohlen ist an einem Metallstabe angebracht, welcher wie der bewegliche Hebel einer Coulomb'schen Wage aufgehängt und so eingerichtet ist, daß der Strom in ihn eintreten kann. Ihr gegenüber wird die andere Kohle in einer Richtung aufgestellt, welche eine Tangente an den Kreisbogen bildet, den das Ende des Metallstabes beschreiben kann. Man dreht nun den Faden, an welchem der metallene Träger der ersten Kohle hängt, derart, daß die bewegliche Kohle sich leicht gegen die feste anlegt. Sowie der Strom geschlossen ist, sieht man die bewegliche Kohle zurückweichen und den Lichtbogen entstehen. Aber durch die Torsion ist der rückgängigen Bewegung bald eine Grenze gesetzt und die bewegliche Kohle bleibt in einer gewissen Gleichgewichtslage stehen. Diese Gleichgewichtslage wird natürlich bei fortschreitender Abnutzung der Kohlenspitzen allmälich eine andere, aber der Abstand der Spitzen bleibt nahezu derselbe.

Die Versuche, welche Fernet mit diesem Apparate in dem Laboratorium der Polytechnischen Schule in Paris unter Benutzung einer Bunsen'schen Batterie von 50 Elementen und dann im Laboratorium der Sorbonne mit einer kräftigen elektromagnetischen Maschine angestellt hat, sollen sehr befriedigende Resultate geliefert haben.

Ueber die Intensität des elektrischen Lichtes existiren vielfache Messungen. Eine Reihe solcher Messungen hat neuerdings S. Elster angestellt. Als Einheit der Lichtstärke wurden englische Normal-Spermacetikerzen verwendet, von denen eine bei 2 1/8 Zoll engl. Flammenhöhe stündlich 138 bis 140 Troy-Grains verbrauchte. Als Resultat aus diesen Versuchen ergaben sich folgende Zahlen:

Elektrisches Licht bei 50 Bunsen'schen Elementen ungefähr = 436 Kerzen; Drummond'sches Licht, dargestellt aus Leuchtgas und Sauerstoff bei einem Drucke bis zu 14 Atmosphären im Recipienten = 672 Kerzen;

elektrisches Licht, erzeugt durch den elektrischen Strom eines Siemens'schen dynamoelektrischen Apparates mit einfachem (nicht wechselnden) Strome = 1365 Kerzen.

Dynamoelektrisches Licht mit einfachem Strome vor einem Hohlspiegel war so intensiv, daß eine in einer Entfernung von 100 Fuß befindliche Gasflamme = 21 Kerzen noch Schatten warf. Bei der Messung, die in 200 Fuß Entfernung vorgenommen wurde, ergab sich die Intensität des Lichtes = 3 360 000 Kerzen; da dasselbe Licht ohne Spiegel nur eine Intensität von 1365 Kerzen besaß, so sieht man, daß durch die concentrirende Wirkung des Spiegels die Intensität auf das 2461fache gesteigert wurde. Es wird daher von demselben Lichte mit Spiegel ein Gegenstand in 200 Fuß Entfernung ebenso gut beleuchtet, als ohne Spiegel in etwa 4 Fuß Entfernung.

Wir wenden uns nun zu den elektrischen Lichterscheinungen im luftverdünnten Raume. Eigenthümlich ist bei diesen Erscheinungen die Verschiedenheit des Lichtes, das von den beiden Elektroden ausgeht. Faraday hat wahrscheinlich zuerst (1838) auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, indessen wurde damals der ganzen Erscheinung wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Eingehender wurden diese Verhältnisse studirt, seitdem man in den fünfziger Jahren die Entladungen des Rühmkorff'schen Inductionsapparates durch die mit verdünnten Gasen gefüllten Glasröhren (Geißler'sche Röhren) zu schicken begann. Am besten kann man das verschiedene Verhalten der beiden Elektroden bei atmosphärischer Luft, oder eigentlich beim Stickgas, von dessen Theilchen das Licht des elektrischen Funkens in der Luft hauptsächlich herrührt, studiren. Läßt man durch eine mit verdünnter atmosphärischer Luft gefüllte Röhre den elektrischen Inductionsstrom gehen, so zeigt das Licht in der Nähe der Elektroden stets verschiedene Farben. Das negative Licht ist nämlich blau, das positive rothgelb; letztere Farbe wird gewöhnlich auf dem größten Theil der Strombahn beobachtet, während das blaue Licht nur in der Nähe der ne-

gativen Elektrode auftritt. Das negative Licht der Luft hat außerdem noch die Eigenthümlichkeit, daß es bei hoher Temperatur lebhafte Fluorescenzerscheinungen auf der Oberfläche des Glases hervorruft, welches von ihm berührt wird. Gewöhnliches Glas leuchtet dann mit gelbgrüner, bleihaltiges mit blauer Farbe. Uebrigens ändern diese Erscheinungen je nach der Dichtigkeit des Gases vielfach ab. Bei gewöhnlichem Drucke bedeckt das blaue Glimmlicht nur eine kleine Stelle, je weiter aber die Verdünnung geht, desto weiter erstreckt sich dasselbe. Merkwürdig ist, daß jeder feste oder flüssige Körper, gleichgültig ob Leiter oder Isolator, der vor der Kathode sich befindet, die weitere Ausbreitung des negativen Glimmliches hindert; dasselbe vergrößert sich nur in gerader Linie, es findet keine Abbiegung statt.

Ueber diese Lichterscheinungen hat in neuester Zeit W. Hittorf in Münster eine Reihe von Beobachtungen veröffentlicht („Ueber die Elektricitätsleitung der Gase", Poggendorffs Annalen Bd. 136), auf die wir indessen hier nicht weiter eingehen können.

Daß mit abnehmender Dichtigkeit der Inductionsstrom oder auch der Funkenstrom einer Holtz'schen Maschine den mit Gas gefüllten inneren Raum einer Röhre leichter durchdringt, ist eine schon früher beobachtete und namentlich von De la Rive und Morren genauer studirte Thatsache. Carl Schultz, welcher neuerdings ebenfalls diesen Gegenstand untersucht hat, ist dabei zu folgenden Resultaten gelangt:

Für den Uebergang der Elektricität durch verdünnte Luft zwischen Elektroden von constantem Abstande ist bei fortschreitender Verdünnung bis zu einer gewissen Grenze — bei den Schultz'schen Versuchen bis zum Drucke von einem Millimeter Quecksilbersäule — eine immer geringere Spannung der Elektricität erforderlich; von dieser Grenze an wächst die elektrische Spannung bei weiter abnehmender Dichtigkeit sehr beträchtlich. Bei veränderlicher Entfernung der Elektroden ist die für den Uebergang erforderliche Spannung der Elektricität abhängig von der Entfernung, und zwar annähernd proportional derselben. Dies gilt aber blos bis zu der oben erwähnten Dichtigkeitsgrenze. Geht die Verdünnung noch unter diese hinab, so wächst die Spannung unabhängig vom Abstande der Elektroden inner=

halb der sehr weiten Beobachtungsgrenzen (1/2 und 70 Millimeter, in einem andern Falle 1 und 90 Millimeter Entfernung). Für diese letztere Art der Entladung scheint daher der Begriff der Schlagweite nicht mehr anwendbar.

Das Maximum der Leitungsfähigkeit eines Gases hängt übrigens von der Dichtigkeit nicht allein ab, vielmehr haben die Dimensionen der Röhre und der Kathode wesentlichen Einfluß, wie Hittorf gezeigt hat. Ist letztere hinlänglich groß und die Röhre von beträchtlicher Weite, so stellt sich das Maximum erst weit unter einem Drucke von einem Millimeter Quecksilbersäule ein. Die Vermuthung, daß das Vacuum gar nicht leite, ist daher noch weit entfernt von ihrer experimentellen Bestätigung.

Die von Geißler in Bonn erfundenen und nach ihm benannten Röhren sind im Laufe der Zeit nach Gestalt und sonstiger Einrichtung vielfach verändert worden. Doch haben die meisten dieser Aenderungen mehr den Zweck, dem Auge die mannichfaltigsten Licht- und Farbenerscheinungen zu bieten. Von mehr wissenschaftlichem Werthe ist aber eine von W. Holtz erfundene Röhre. Dieselbe ist gerade, cylindrisch, ungefähr zwei Fuß lang und reichlich einen halben Zoll weit, versehen an beiden Enden mit eingesetzten Aluminiumdrähten, gefüllt mit einem äußerst verdünnten Gase (am besten Wasserstoff) und der Länge nach durch offene Trichterchen, deren fein ausgezogene Spitzen sämmtlich dem einen Röhrenende zugewandt sind, in 5 Kammern getheilt.

Durch diese Einrichtung hat nun die Holtz'sche Röhre die Eigenschaft erlangt, daß sie dem Strome in der einen Richtung einen weit leichteren Durchgang gestattet, als in der anderen. Als bei einem Versuche zwei solche Röhren in entgegengesetzter Lage nebeneinander gelegt und mit dem Inductionsapparate verbunden wurden, so daß sich dem Strome zwei Wege darboten, so ging der Strom nur durch diejenige Röhre, deren Trichterspitzen dem positiven Pole des Oeffnungsstromes zugekehrt waren; die andere Röhre blieb völlig dunkel. Hieraus ergiebt sich zugleich, daß wegen des großen Widerstandes, den solche Röhren bieten, von den beiden Strömen des Inductionsapparates nur der Oeffnungsstrom hindurchgeht. Erst durch Einschaltung eines zwei Zoll langen, gut mit Flußwasser ge-

tränkten Stückes Hanfschnur konnte Poggendorff den leichteren Durchgang durch die eine Röhre beseitigen und dem elektrischen Lichte in beiden Röhren gleiche Beschaffenheit geben. Durch Bestimmung des Widerstandes, den diese Schnur dem Strome entgegengesetzt, gelangte Poggendorff zu dem Resultate, daß der Widerstand, welchen die vier Trichter einer Holtz'schen Röhre dem Strome mehr entgegenstellen, wenn ihre Spitzen dem negativen Pole zugewandt sind, als bei entgegengesetzter Stellung, ungefähr 490 Siemens'sche Einheiten beträgt (eine Siemens'sche Einheit = dem Widerstande eines Quecksilberprismas von 1 Meter Länge und 1 Quadratmillimeter Querschnitt). Bei Anwendung von Inductionsströmen erscheint das Licht in der Holtz'schen Röhre geschichtet; doch ist die Schichtung je nach der Stromrichtung eine verschiedene. Waren die Trichterspitzen dem positiven Pole zugewandt, so beobachtete Poggendorff in jeder der mittleren Kammern 6, bei entgegengesetzter Lage dagegen 7 Schichten. Beim Durchgange des continuirlichen Stromes einer Holtz'schen Maschine geht, vorausgesetzt, daß die Trichterspitzen dem positiven Pole zugekehrt sind, von diesem und ebenso von jeder Trichterbasis aus nach der nächsten Trichterspitze eine violette Lichtsäule, ohne sie indessen zu erreichen. Schichtung ist nicht, oder höchstens ganz verwaschen in der ersten Kammer am positiven Pole wahrnehmbar; dagegen zeigen sich verwaschene Schichten in allen Kammern, wenn man den positiven Pol ableitend berührt. Bei umgekehrter Lage der Röhre geht eine continuirliche violette Lichtsäule durch die ganze Röhre, welche bei ableitender Berührung des positiven Poles in einzelne Stücke zerfällt.

Auf eine merkwürdige Art neuer leuchtender Röhren hat Geißler schon auf der Frankfurter Naturforscherversammlung 1867 aufmerksam gemacht. Dieselben sind so eingerichtet, daß im Innern einer weiten Glasröhre eine kleine Röhre spiralförmig gebogen und an der weiten Röhre festgeschmolzen ist. Die inwendige Röhre ist evacuirt, nicht so der Zwischenraum zwischen ihr und der äußeren. Wird nun eine solche Röhre der Länge nach gerieben, so wird die ganze Spirale leuchtend. Ihre Färbung richtet sich nach der Natur des Gases, welches noch in geringer Menge in ihr enthalten ist: Stickstoff giebt dunkelrothes, Wasserstoff blaßrothes, Kohlensäure weißliches Licht.

Als Reibzeug kann man, natürlich in guttrockenem Zustande, alle Stoffe, die man sonst als Reibzeug benutzt, wie Seide, Baumwolle, Leder, Amalgam, Papier, besonders aber Katzenfell verwenden. Am meisten aber leuchten diese Röhren, wenn ein Streifen der hornisirten Kautschuk- oder Kammmasse, die man bei den Holtz'schen Maschinen anwendet, als Erreger benutzt wird. Reibt man erst die Röhre und dann einen solchen Streifen mit Katzenfell, und fährt dann mit diesem Streifen, die Röhre berührend, an derselben auf und nieder, so leuchtet sie währenddem fortwährend und fast so stark, als würde ein starker Inductionsstrom durch sie geleitet. Es ist übrigens nicht einmal eine Berührung der Röhre mit dem Streifen nöthig, es genügt vielmehr, denselben in einer Entfernung von 2 bis 3 Zoll auf- und abzuführen. Bei großen Röhren ist manchmal, nachdem das Leuchten aufgehört hat, ein momentanes Nachblitzen zu beobachten; bei kalter Temperatur im Winter findet dieses häufiger statt, als im Sommer.

---

## III.

# Mechanik und mechanische Technologie.

Während in den früheren Jahrgängen dieses Jahrbuches der Ueberblick über die Fortschritte der Mechanik und ihre praktischen Verwendungen mit einer Aufzählung und Beschreibung neuer Constructionen von Kraftmaschinen eröffnet wurde, soll diesmal an dieser Stelle den Apparaten, welche zur Messung der Kraftleistung der Maschinen dienen, unsere Aufmerksamkeit gewidmet sein. Derartige Apparate werden im Allgemeinen

**Dynamometer**

genannt. Wir beschränken diesen Begriff hier auf diejenigen Vorrichtungen, bei denen es sich um die Messung der Kraftleistung handelt, welche von einer rotirenden Welle übertragen wird. Unter den Apparaten, welche zu diesem Zwecke dienen, ist der Prony'sche Zaum am verbreitetsten; seine principielle Einrichtung kann daher als bekannt vorausgesetzt werden.

Wenn man aber die bisher üblichen Dynamometer an einer Maschine anbringen will, so ist nicht selten eine so umfassende Aenderung an derselben vorzunehmen, daß die Messung der Kraftleistung sehr umständlich und kostspielig wird. Diesem Uebelstande hat G. A. Hirn in Logelbach bei Colmar, dem die mechanische Theorie der Wärme so schätzbare Arbeiten verdankt, durch die Einführung eines neuen Dynamometers abzuhelfen versucht.

Das Hirn'sche Bandynamometer. Die Einrichtung dieses Dynamometers beruht auf folgenden Gedanken. Die Transmissionswelle, welche der Arbeitsmaschine die Bewegung ertheilt, erleidet unter dem Einflusse der zu überwindenden Widerstände eine mehr oder weniger beträchtliche Torsion, welche im Ruhezustande wieder verschwindet. Wenn man auf irgend eine Weise den mittleren Werth bestimmt, den der Torsionswinkel hat, wenn die Welle ihre gewöhnliche Arbeit verrichtet, und dann, nachdem man der Welle ihre gewöhnliche Arbeit abgenommen hat, auf dieselbe eine Kraft wirken läßt, welche ihr dieselbe Torsion ertheilt, so ist die Kraftleistung leicht zu berechnen. Zu dem Ende braucht man nur die auf den Umfang der Welle reducirte Kraftgröße, die Länge dieses Umfanges und die Anzahl der Umdrehungen, welche die Welle bei ihrer gewöhnlichen Arbeit in einer Sekunde macht, mit einander zu multipliciren.

Das Pandynamometer hat nun den Zweck, die mittlere Größe des Torsionswinkels zu messen. Hirn hat verschiedene Anordnungen dieses Apparates entworfen, die wir hier kurz skizziren wollen.

Das elektrische Pandynamometer. Wir wollen annehmen, es sei AB ein möglichst langes, zwischen zwei Lagern befindliches Stück der Welle; am Ende A wirke der Motor, nach B zu sei die Arbeitsmaschine angebracht. In A und B sind Scheiben aufgesetzt, welche, um sie bequem anbringen und wieder beseitigen zu können, aus zwei Theilen zusammengesetzt sind. Die Umfänge beider Scheiben bestehen aus einer Substanz, welche die Elektricität nicht leitet; nur an einer Stelle ist auf dem Umfange einer jeden Scheibe ein Metalldraht eingelegt, welcher eine leitende Verbindung herstellt zwischen den beiden Poldrähten einer galvanischen Batterie, die auf dem Umfange der Scheibe neben einander federnd hingleiten. Man erkennt, wie auf diese Weise bei jeder Rotation der Welle ein Momentanstrom entsteht. Dieser Strom wird nach einer mit präparirtem Papier überzogenen metallenen Trommel geleitet, wo er seinen Durchgang durch das Papier durch einen farbigen Punkt markirt. Es sind nun die beiden an den Umfängen der Scheiben eingelegten Drahtstücke in einer und derselben zur Achse parallelen Geraden angebracht, und die beiden

Ströme durchdringen das Papier auf der Trommel an derselben Stelle. Rotirt nun die Trommel und dreht sich auch die Welle, aber ohne eine Arbeit zu übertragen, also auch ohne eine Torsion zu erleiden, so werden beide Ströme denselben Punkt machen. Wenn aber die Welle auf die Arbeitsmaschine eine Kraft überträgt und in Folge dessen eine Torsion erleidet, so fallen die beiden Drahtstücke, die auf den Umfängen der Scheiben in A und B angebracht sind, nicht mehr in eine gerade Linie, die beiden Ströme gehen daher auch nicht mehr gleichzeitig durch das Papier und bei jeder Umdrehung der Welle werden daher zwei Punkte erzeugt. Die Entfernung dieser Punkte, welche der Größe des Torsionswinkels proportional ist, kann durch Vermehrung der Rotationsgeschwindigkeit der Trommel beliebig vergrößert werden. Da aber mit allzurascher Rotation der Registrirtrommel mancherlei Uebelstände verbunden sind, so hat Hirn sich eines besonderen Kunstgriffes bedient, um den Torsionswinkel in starkem Maße sichtbar zu machen. Wenn man nämlich die Federn, welche auf den Umfängen der beiden Scheiben schleifen, nicht ruhig liegen, sondern in derselben Richtung, wie die Welle, nur etwas rascher, rotiren läßt, etwa so, daß dieselben 51 Umdrehungen machen, während die Welle sich 50 mal umdreht, so tritt erst nach 50 Umdrehungen der Welle wieder ein Contact der Federn mit dem Drahtstücke ein, welches ihre leitende Verbindung auf dem Umfange der Scheibe herstellt, also wird auch erst nach 50 Umdrehungen ein momentaner Strom eintreten, und es ist ersichtlich, daß, bei gleicher Geschwindigkeit der Registrirtrommel mit der Welle, die Entfernung der Punkte, welche dem Torsionswinkel entspricht, 50 mal so groß sein wird, als sie sein würde, wenn die Federn still lägen. Bei der Hirn'schen Anordnung macht nun die Trommel zwei Rotationen, während die Welle eine einzige macht, die Vergrößerung ist also eine 100 fache. Die Beschreibung des Mechanismus, durch welchen diese bewirkt wird, übergehen wir hier. Das federnde Stück des Leitungsdrahtes, durch welches die elektrischen Ströme auf das mit Blutlaugensalz imprägnirte Papier der Registrirtrommel gelangen, ist an einer zur Trommelachse parallelen feingängigen Schraubenspindel angebracht, die ihm bei je 100 Rotationen der Trommel eine Verschiebung um einen Millimeter

ertheilt. Bei einer Länge der Registrirtrommel von 0,4 Meter ist es dann möglich, 400 Aufzeichnungen zu erhalten, aus denen man das arithmetische Mittel nimmt.

Hat man auf diese Art die mittlere Entfernung der Punkte bestimmt, welche der Torsion der Welle während der Arbeit entspricht, so muß man nun im Ruhezustande der Welle durch eine Kraft von bekannter Größe eine ebenso große Torsion ertheilen. Zu dem Ende bringt man an jedem der beiden Enden A und B einen am Ende mit einer Wagschale versehenen Hebel an und beschwert die Schalen dieser Hebel, die nach entgegengesetzter Seite hin wirken, mit Gewichten, bis die Welle dieselbe Torsion erleidet, wie während der Arbeit. Um den Registrirapparat in Thätigkeit zu setzen, läßt man blos die Welle um ihre Gleichgewichtslage schwanken; durch die Verbindung, welche zwischen Welle und Registrirtrommel angebracht ist, theilen sich die Oscillationen auch der letzteren mit und man erhält dann Aufzeichnungen auf dem Papiere, mit welchem die Trommel bekleidet ist. Es ist nicht nöthig, daß die Entfernung der Punkte genau so groß ist, wie die früher bei arbeitender Welle gefundene Entfernung; denn da der Torsionswinkel proportinal der Kraft ist, so kann man aus der einer annähernden Entfernung y entsprechenden Kraft k diejenige Kraft K, welche der richtigen Entfernung x entspricht, einfach durch die Formel berechnen

$$K = \frac{kx}{y}.$$

Unter k ist hier die Summe der auf beide Wagschalen gelegten Gewichte mit Einschluß des Gewichtes der Hebel und Wagschalen, Alles reducirt auf einem Punkt des Wellenumfanges, verstanden.

Da indessen die Handhabung eines elektrischen Registrirapparates in der industriellen Technik mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden ist, so hat der Erfinder seinem Pandynamometer sehr bald noch eine andere Anordnung gegeben.

Das Differential-Pandynamometer, wie diese andere Anordnung bezeichnet wird, hat im Wesentlichen folgende Einrichtung. Die zu untersuchende Welle wird an jedem der beiden Enden A und B mit einem Zahnrade, a und b, versehen. Beide Räder sind mit sehr feiner und genauer Thei-

lung versehen und um beim Aufsetzen derselben keine Demontirung der Welle nöthig zu haben, sind sie aus zwei Hälften zusammengesetzt, die einzeln um die Welle gelegt und dann verbunden werden. Das Rad a überträgt seine Bewegung an ein gleich großes Rad a', und ebenso überträgt b seine Bewegung an ein gleich großes Rad b'; doch wird nur a' direct von a getrieben, während die Uebertragung der Bewegung von b auf b' durch einen Trieb i erfolgt. Die beiden Räder a' und b' haben in Folge dieser Anordnung entgegengesetzte Drehungsrichtung. Die Achsen x, y dieser Räder liegen in einer und derselben zur Richtung der Welle parallelen Geraden. An den einander zugekehrten Enden sind diese Achsen mit gleichgroßen konischen Rädchen c und d versehen, welche von entgegengesetzten Seiten in ein konisches Zwischenrad e eingreifen und mit diesem zusammen ein Differentialgetriebe bilden. Das Rad e selbst ist am kurzen Ende eines zweiarmigen Hebels f angebracht, welcher sich um eine in der Richtung von x und y liegende Achse drehen kann. Wenn nun die Welle AB, sei sie in Ruhe oder Bewegung, eine Torsion um den Winkel w erleidet, so wird der Hebel f eine Drehung um den Winkel $1/2$ w erfahren. Da dieser Winkel nur sehr gering ist, so muß er passend vergrößert werden. Zu dem Ende wirkt sein Ende auf das eine Ende eines zweiten zweiarmigen Hebels, an dessen anderem Ende sich ein gezahnter Sektor befindet, welcher durch ein Getriebe eine Registrirtrommel dreht. Auf dieser Trommel kommt nun die Drehung des Hebels f, und damit der Torsionswinkel w in vergrößertem Maße zum Vorschein. Um ihn sichtbar zu machen, ist die Trommel mit Papier überzogen, in welches nach Verlauf einer Rotation der Welle AB ein von der letzteren bewegter Stift ein kleines Loch sticht; zugleich wird bei jeder Rotation von AB der Stift ein kleines Stück in der Richtung der Achse der Trommel, verschoben. Erleidet die Welle keine Torsion, so macht der Stift eine Reihe von Stichen parallel zur Achse der Trommel bei eintretender Torsion zeigt sich aber eine Abweichung von dieser Linie. Hat man aus einer größeren Anzahl von Aufzeichnungen den mittleren Werth dieser Abweichung ermittelt, so bringt man an der ruhenden Welle die beiden bereits beschriebenen Hebel an und belastet dieselben soweit, bis der Stift dieselbe Abweichung zeigt, wie während der Arbeit der Welle.

Dritte Form des Pandynamometers. Soll der vorstehend beschriebene Apparat gute Dienste leisten, so muß er in allen Stücken sehr sorgfältig gearbeitet sein. Aber auch, wenn diese Bedingung erfüllt ist, leidet er noch an dem Uebelstande, daß die Erschütterungen, denen die Welle während der Arbeit ausgesetzt ist, sich auf die Hebel und auf die Registrirtrommel fortpflanzen. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, bedarf es besonderer Vorkehrungen. Diese Umstände haben Hirn veranlaßt, den vorstehend skizzirten und im Journal des Mines (Bd. XL.) genauer beschriebenen Anordnungen seines Pandynamometers noch eine dritte, sehr einfache, hinzuzufügen, über welcher der Pariser Akademie in der Sitzung vom 6. April 1868 eine kurze Mittheilung gemacht wurde.

Das Stück AB der Welle wird mit einem gußeisernen Cylinder von solcher Weite umgeben, daß nirgends eine Berührung stattfindet. Bei A (auf der Seite des Motors) wird dieser Cylinder durch Schrauben auf der Welle befestigt, das andere Ende, bei B, bleibt frei, und man hat nun hauptsächlich für eine genau concentrische Lage Sorge zu tragen. Bei B werden zwei möglichst lange Arme, der eine an der Welle selbst, der andere an dem dieselbe umgebenden Cylinder angebracht. Im Ruhezustande der Welle sind beide Arme einander parallel und diese Stellung behalten sie auch bei, wenn die Welle, aber ohne eine Arbeit zu verrichten, rotirt. Wenn aber die Welle ihre Bewegung auf die Arbeitsmaschine überträgt, und in Folge dessen eine Torsion erleidet, so wird der an dem Cylinder angebrachte Arm dem anderen um den Betrag des Torsionswinkels vorauseilen. Um den auf diese Weise angezeigten Winkel noch zu vergrößern, ist am Ende des Armes, welchen die Welle trägt, eine kleine Achse angebracht, welche nach der Seite von B eine Kurbel trägt, die von dem andern Arme gedreht wird, während an der Seite von A ein Zeiger mit einem zur Achse AB parallelen Schreibstifte befestigt ist. Dieser Stift trifft auf eine langsam rotirende Registrirtrommel, deren Achse rechtwinklig zur Welle ist. Man läßt zunächst die Welle leer rotiren; der Stift gibt dann bei jeder Rotation auf der Trommel eine Marke an, welche als Nullpunkt dient. Verbindet man jetzt die Welle mit der Arbeitsmaschine, so wird eine Torsion stattfinden und in Folge dessen

wird der Stift seine Marken in größere Entfernung von der Welle machen. Wenn der Apparat eine Zeit lang thätig gewesen ist, so bestimmt man den Mittelwerth der Entfernung der Marken von den beim Leergang der Welle gemachten. Wie man dann im Ruhezustande der Welle mittels Hebel und Gewichten die Kraft ermittelt, welche dieselbe Torsion bewirkt, das bedarf nach dem früher Gesagten keiner weiteren Ausführung.

Als Ergänzung zu dem, was im vorigen Jahrgange des Jahrbuches über Eisenbahnen gesagt worden ist, mögen hier zunächst noch einige Mittheilungen über verschiedene

**Mechanismen zur Fortbewegung**

Platz finden. Zunächst ist

das Bergbahnsystem des amerikanischen Ingenieurs Marsh zu erwähnen, welches als eine Verbesserung des Fell'schen, am Mont Cenis angewandten Systemes (s. Jahrg. II. dieses Jahrb. S. 173 u. f.) zu betrachten ist. Die Locomotive dieses Systemes überwindet mit Leichtigkeit Steigungen bis zu 33 Procent. Sie hat einen vertikal in Achsen aufgehängten Kessel, der sich bei jeder Steigung in wagerechter Stellung erhält. An den Seiten sind gewöhnliche glatte Räder angebracht, welche auf glatten Schienen laufen; außerdem hat aber die Locomotive noch in der Mitte ein breites Kammrad von 2½ Fuß Durchmesser, welches in eine leiterartige Kammschiene aus geschmiedetem Eisen greift. Die angehängten Wagen sind, um auch in Curven von sehr geringem Radius fahren zu können, verhältnißmäßig kurz. Jeder Wagen hat auf der Außenseite eine Sicherheitsvorrichtung, bestehend in einer von Marsh erfundenen atmosphärischen Bremse. Es ist dieses eine einfache Luftpumpe, deren Kolben von den Radachsen in Bewegung gesetzt wird. Oben ist in der Mitte des Pumpencylinders ein Hahn angebracht, welcher offen bleibt, wenn die Bremse nicht gebraucht werden soll; dreht man denselben zu, so bleibt der Wagen stehen. Bei großen Wagen sind an jeder Seite zwei solche Bremsen angebracht. Bergab ist die Locomotive ganz entbehrlich, da man mittels der Bremse die Geschwindigkeit der rollenden Wagen außerordentlich leicht und sicher reguliren kann. Bei Steigungen von 33 Procent vermag die Locomotive das Doppelte ihres eigenen Gewichtes zu ziehen, ihre Geschwindigkeit ist dann

nicht sehr bedeutend, etwa eine Poststunde (16,000 Fuß) in der Stunde.

Dieses Bahnsystem ist seit dem Jahre 1866 am Mount Washington, dem höchsten Gipfel der Weißen Berge in New-Hampshire, Ver. St., einem beliebten Zielpunkte für Touristen, in Anwendung. Neuerdings geht man auch damit um, eine solche Bahn in der Schweiz, nämlich am Rigi anzulegen und es haben die Ingenieure Näf in St. Gallen, E. Zschokke in Arau und Director Riggenbach in Olten bereits die Concession dazu erhalten. Die Bahn soll von Vitznau aus zunächst nach dem Kaltbad, ungefähr auf der Höhe der Staffel mit einer ziemlich gleichmäßigen Steigung von 25 Proc. geführt werden. Ohne die letztere zu überschreiten, kann sie dann bis vor das oberste Hotel auf dem Kulm verlängert werden.

Die Straßenlocomotiven, welche nach der Londoner Ausstellung von 1862 auch in Deutschland ziemlich in Aufnahme zu kommen schienen (s. den I. Jahrg. dieses Jahrb. S. 224 u. f.), hier aber nach kurzer Zeit ganz geräuschlos wieder vom Schauplatze verschwunden sind, haben in der letzten Zeit in Frankreich vielfach die Aufmerksamkeit erregt. Die Pariser Ausstellung 1867 hatte mehrere solche Locomotiven aufzuweisen, die theils aus französischen, theils aus englischen Fabriken hervorgegangen waren. Unter den ersteren ist besonders die Locomotive von Larmanjat zu nennen. Dieselbe ist dreirädrig, das kleine Vorderrad dient zum Lenken, dahinter liegen die beiden großen Treibräder. Um die Locomotiven zu befähigen, größere Steigungen zu überwinden, hat der Verfertiger sie noch mit zwei kleineren Rädern versehen, welche innerhalb der großen Treibräder stehen und an die Stelle der letzteren treten können. Die Veränderungen, welche nöthig sind, um diese Vertauschung der Räder vorzunehmen, sollen in weniger als einer Minute ausführbar sein. Nachdem eine Locomotive dieses Systems von drei Pferdestärken zur Zeit der Ausstellung verschiedene Proben auf gewöhnlichen Wegen abgelegt hatte, stellte Larmanjat am 13. August 1868 auf der Landstraße, welche die Ortschaften Raincy und Montfermeil verbindet, einen eigenthümlichen Versuch mit einer solchen dreirädrigen Locomotive an. Es war nämlich auf dieser Straße ein einziger Schienenstrang von geringerer Höhe und Breite als die gewöhnlichen Eisenbahnschienen

gelegt, und auf diesem lief das Leitrad der Maschine, während die beiden Triebräder auf der Straße liefen. Für Eisenbahnen auf gewöhnlichen Vicinalwegen scheint das Larmanjat'sche System einschieniger Bahnen seiner geringen Anlagekosten wegen sehr geeignet. Indem die Triebräder der Locomotive auf der Straße selbst laufen, wird ihre Adhäsion und damit die Zugkraft der Locomotive vermehrt. Dagegen hat man bei den angehängten Wagen die Einrichtung getroffen, daß zwei Räder eines jeden, die in der Längenachse liegen, auf der Schiene laufen; auf diesen Rädern ruht die Last, und es wird durch Benutzung der Schiene die Reibung bedeutend vermindert. Die seitlich angebrachten, auf der Straße laufenden Räder der Wagen dienen nur zur Erhaltung des Gleichgewichtes. In Frankreich sind bereits eine größere Anzahl derartiger Bahnen auf gewöhnlichen Straßen im Bau begriffen. Es ist dabei die Bedingung gemacht worden, daß die Schiene nicht über das Niveau der Straße hervorragen darf und daß die von den Zügen benutzte Breite von den Bahnbesitzern in fahrbarem Zustande erhalten werde. Auch in Oesterreich hat sich eine Gesellschaft zur Ausführung solcher Bahnen gebildet.

In Großbritannien hat die Straßenlocomotive von Thompson angeblich große Erfolge aufzuweisen gehabt. Um die nachtheiligen Einflüsse der vielen Erschütterungen und Stöße, denen die Straßenlocomotiven in Folge der übeln Beschaffenheit der Wege ausgesetzt sind, unschädlich zu machen, hat Thompson als Radbandagen 15 Zoll breite und 5 Zoll dicke Reifen von vulkanisirtem Kautschuk verwendet. Nach der Angabe des Prof. Archer, der in der Versammlung der British Association in Norwich über diese Locomotive Bericht erstattete, sinkt dieselbe in die Wege, auch wenn sie frisch beschüttet sind, nicht ein, „und läuft über Steine, welche auf der harten Straße liegen, ohne dieselben zu zermalmen, daher man diese Bandagen mit den Fußsohlen des Elephanten vergleichen kann; sowol der Elephant als das Kameel haben breite, weiche Polsterungen zwischen ihren harten Hufen, weshalb auch kein anderes Thier mit gleicher Ausdauer, wie sie, über harten Boden gehen kann." Auch die zum Betriebe dieser Locomotive nöthige Kraft soll geringer sein, als sie bei Anwendung fester Bandagen sein würde, weil man die Kraft, welche in letzterem Falle durch das

Zermalmen und Eindrücken der Steine durch die Räder verloren geht, erspart, und außerdem die Kraft, welche auf der Vorderseite der Räder auf das Zusammendrücken der weichen und elastischen Bandagen verwendet wird, nahezu vollständig wieder nutzbar gemacht wird, indem sich die Bandagen auf der Hinderseite wieder ausdehnen. Zu Leith wurden mit einer solchen Locomotive von 4 bis 5 Tonnen (à 20 Ctr.) Gewicht Versuche angestellt auf weichem Grasboden und dann auf einem Felde, wo eine Stelle kurz vorher 1 bis 2 Fuß hoch mit lockerer Erde beschüttet worden war; sie lief durch das Gras, „ohne eine Spur zurückzulassen" (?) und auch den lockeren Boden hatten die Räder so wenig comprimirt, „daß man einen Spazierstock ohne Anstrengung tief in die Radspur eindrücken konnte." Wenn man sich auf der Locomotive befindet, so bemerkt man keine Spur von Stößen, man hat vielmehr auch bei der Fahrt auf hartem Wege das Gefühl, als bewege sich die Maschine auf weichem Grasboden. Außer den Radbandagen hat diese Locomotive noch eine wesentliche Eigenthümlichkeit, nämlich einen vertikalen Kessel, welcher ein sehr ökonomischer Dampfgenerator ist. Ein Pfund schottische Kohlen geringer Qualität liefert nach Archer in einem gewöhnlichen Locomotivkessel 4,13 Pfd. Wasserdampf, in dem der Thompson'schen Locomotive dagegen 4,68 Pfd.; desgleichen entspricht bei ersterem einer Heizfläche von 137 Quadratfuß eine stündliche Verdampfung von 15 Kubikfuß Wasser, bei letzterem dagegen einer Heizfläche von 63 Quadratfuß eine stündliche Verdampfung von 15$^1/_3$ Kubikfuß.

Was die Zugkraft der kleinen zum Ziehen eines Omnibus bestimmten Locomotive betrifft, mit welcher in Schottland Versuche angestellt wurden, so soll dieselbe sich über alle Erwartungen bedeutend gezeigt haben. Weder Steigungen des Terrains, noch schlechter Weg, ja nicht einmal glatt gefrorner Weg boten ein wesentliches Hinderniß, die Räder kamen nicht ins Gleiten.

Nach demselben Systeme wurde auch eine große Straßenlocomotive gebaut, welche bestimmt ist, schwere mit Kaffee beladene Wagen auf den hügeligen Wegen der Insel Ceylon zu ziehen. Dieselbe hat zwei Cylinder von 7$^1/_2$' Zoll Durchmesser und 10 Zoll Hub; der vertikale Kessel hat 3 Fuß Durchm. und 7 Fuß Höhe. Die Räderübersetzung ist so angeordnet.

daß die Maschine bei jedem Umgange der Laufräder sechs bis fünfzehn Umdrehungen machen kann. Das Gesammtgewicht mit Wasser und Kohlen für zweistündige Arbeit beträgt beiläufig 8 1/2 Tonnen. Es war dem Construkteur die Bedingung gestellt, daß diese Locomotive bei zwölf Tonnen Bruttogewicht Steigungen von 1 : 16 zu überwältigen vermöge. Sie leistete indessen mehr, und schleppte z. B. von der Kohlengrube New Battle bis Leith auf einem Wege, der stellenweise Steigungen von 1 : 16 hat, 4 große Wagen, von denen jeder mit Einschluß der Ladung 8 Tonnen wog; dieser 90 Fuß lange Zug, dessen Bruttogewicht über 40 Tonnen betrug, lief um die Mittagszeit durch die belebtesten und verkehrreichsten Straßen von Edinburgh und Leith.

Im Anschluß an die Straßenlocomotiven müssen wir noch ein Vehikel erwähnen, welches in neuester Zeit von Paris aus in raschem Fluge Verbreitung gefunden hat; wir meinen

das Vélocipède. Die gewöhnliche Einrichtung dieser Maschine ist eben so einfach als bekannt: Zwei Räder stehen hinter einander, darüber befindet sich der Sitz des Fahrenden; dieser setzt mit seinen Füßen das vordere große Treibrad in Gang, an dessen Achse sich zu dem Zwecke jederseits eine Kurbel befindet; das vordere Rad dient zugleich als Leitrad, seine Achse ist drehbar und wird an einem Griffe mit der Hand gestellt. Bei gutem Bau des Apparates und einiger Uebung des Fahrenden ist es leicht, auf gutem Wege sehr enge Curven zu beschreiben und ziemlich rasch zu fahren; bedeutende Steigungen und schlechter, schlammiger oder sandiger Weg, Glatteis, Schnee 2c. machen dagegen die Fahrt unmöglich. Statt eines Hinterrades zwei solche anzubringen, ist nicht zweckmäßig; der Anfänger lernt sich zwar eines solchen dreirädrigen Velocipedes schneller zu bedienen, aber es läßt sich damit nicht die Geschwindigkeit eines zweirädrigen erlangen.

Ob der ganze Mechanismus, der gegenwärtig sehr beliebt ist, sich lange im Gebrauche erhalten wird, ist noch abzuwarten. Frühere Erfahrungen sprechen nicht dafür. Es ist nämlich nicht das erste Mal, daß ein solcher Apparat zur raschen Fortbewegung einer einzelnen Person auftaucht. Abgesehen von noch älteren Versuchen in dieser Richtung, über deren nähere Beschaffenheit Nichts bekannt ist, ist zunächst eine Fahrmaschine

zu erwähnen, mit welcher im J. 1808 im Garten des Luxemburg in Paris Versuche angestellt wurden. Sie bestand aus zwei hinter einander liegenden Rädern, welche an einem Gestell angebracht waren, das einen Sattel für den Fahrenden trug; die Fortbewegung erfolgte, indem der Fahrende abwechselnd mit seinen Füßen gegen den Boden stieß. Auf denselben Gedanken kam 1817 der Forstmeister Freiherr Drais von Sauerbronn in Mannheim (gest. 12. Dec. 1851), nach dessen Namen derartige Maschinen in Deutschland gewöhnlich „Draisinen" genannt wurden. Diesen Namen hat man auch, wiewol eigentlich irrthümlich, kleinen drei- oder vierrädrigen Wagen gegeben, welche von den darin Fahrenden durch Bewegung eines Hebels mit den Füßen oder Händen in Gang gesetzt werden. Auf gewöhnlichen Wegen erfordert freilich die Ingangsetzung eines solchen Wagens, namentlich, wenn Steigungen zu überwinden sind, zu bedeutende Anstrengung, als daß diese Mechanismen sonderlich hätten in Aufnahme kommen können; dagegen sind bekanntlich derartige „Draisinen" auf Eisenbahnen zum Befahren kleinerer Strecken durch die Beamten vielfach in Gebrauch.

Unser heutiges Vélocipède, wie wir es oben beschrieben haben, soll im J. 1830, und zwar von einem Pariser Postbeamten Namens Dreuze erfunden worden sein. Auf Dreuze's Vorschlag wurden damals die Briefträger auf dem flachen Lande in Frankreich mit solchen Fahrzeugen versehen; als sich aber zeigte, daß dieselben bei schlechten Wegen und namentlich im Winter unbrauchbar seien, ließ man die ganze Sache fallen und der Apparat kam länger als ein Menschenalter in Vergessenheit.

Rücksichtlich der in dies. Jahrb. bereits früher erwähnten Kettendampfschifffahrt (Jahrg. II. S. 178) ist zu bemerken, daß dieses System auch in Deutschland Anklang zu finden beginnt. Nachdem es sich auf einer kleinen Versuchsstrecke bei Magdeburg seit ein Paar Jahren bewährt hat, geht man gegenwärtig damit um, dasselbe auf der ganzen 45 Meilen langen Strecke der Oberelbe von Schandau abwärts einzurichten. Nach dem Plane des Ingenieurs Bellingrath soll eine Kette von 7/8 zölligem Rundeisen gelegt werden; dieselbe wird in mehrere Sektionen zerfallen und es soll jeder

Rolldampfer seine Sektion befahren und den Train dann an den nächsten Dampfer abgeben. Zehn Kettenschiffe sollen genügen, um täglich zwei Güterzüge von je 25,000 Ctr. Ladung zu befördern. Das würde einen Verkehr von jährlich 1000 Millionen Centner=Meilen ermöglichen, während derselbe gegenwärtig etwa 400 Mill. beträgt. Der Kohlenverbrauch eines Rolldampfers wird zu $^1/_4$ von dem eines gewöhnlichen Schleppdampfers veranschlagt.

Auch für den Suezcanal ist dieses System in Aussicht genommen, da der Gebrauch von Schraube oder Schaufelrad zu gefährlich für die Ufer sein würde.

## Die Nähmaschine.

Das Jahrbuch der Erfindungen muß diesmal einige Seiten dem in der Ueberschrift genannten wichtigen Hilfsmechanismus widmen, der von Jahr zu Jahr eine immer weitere Verbreitung findet, und an welchem fortwährend Verbesserungen vorgenommen werden, um ihm eine größere Leistungsfähigkeit zu verleihen.

Die Nähmaschinen, wie wir sie jetzt haben, sind eine amerikanische Erfindung. Elias Howe, dem es vergönnt war, den ganzen Triumph seiner Erfindung zu erleben und der im Jahre 1867 als mehrfacher Millionär starb, entwarf den ersten Plan zu einer solchen Maschine im Jahre 1839; aber erst 1844 konnte er sich die zur Ausführung nöthigen Mittel verschaffen und im folgenden Jahre legte seine Maschine in Boston die ersten Proben ihrer Brauchbarkeit ab. Es existiren allerdings schon ältere Versuche in dieser Richtung. Die erste Nähmaschine soll ein Deutscher Namens Weisenthal im Jahre 1755 gebaut haben, und nach den Berichten des englischen Patentamtes wurde eine Maschine zum Nähen von Handschuhen im Jahre 1825 patentirt. Allein diese Versuche hatten keinen durchschlagenden Erfolg. Anders die Howe'sche Erfindung. Auf der ersten Weltausstellung in London, 1851, waren schon drei Nähmaschinen ausgestellt und von dieser Zeit an verbreiteten sich diese Maschinen mehr und mehr und die Produktion nahm außerordentlich schnell zu. Die Pariser Ausstellung 1855 zählte nur 14 Nähmaschinen, aber auf der Londoner von 1861 waren 33 Aussteller meist durch mehrere Ma=

schinen vertreten. Die einzige Firma J. M. Singer in Newyork hatte bis zum Jahre 1859 schon über 23,000 Nähmaschinen geliefert. Die Lebensfähigkeit der Howe'schen Erfindung stand daher schon am Beginne des laufenden Jahrzehntes fest, aber gleichwohl war der Kreis ihrer Anwendung ein verhältnißmäßig beschränkter, sie wurde eigentlich nur im Gewerbebetrieb und zur fabrikmäßigen Produktion benutzt. Besonders wurde ihre weitere Verbreitung in Amerika durch den großen Mangel an weiblichen Arbeitern gefördert. Gegenwärtig hat die Nähmaschine sich einen weit größeren Wirkungskreis erobert; sie ist in die Familie eingedrungen und vielerorten ein unentbehrlicher Haushaltungsgegenstand geworden. Natürlich ist auch die Produktion gewachsen. Vom Juni 1866 bis Juni 1867 wurden in den Vereinigten Staaten allein 151,134 Steppstichmaschinen von 11 Fabriken und 18,970 Kettenstichmaschinen von 3 Fabriken gebaut. Die größte Anzahl von Maschinen der ersten Art hat die Singer manufacturing Company in Newyork geliefert, nämlich in dem erwähnten Zeitraume 43,035 Stück; die meisten Kettenstichmaschinen bauten Willcox und Gibbs in Newyork, nämlich 14,152 Stück. Ziemlich ebensoviel, wie in Nordamerika, werden wohl in Europa gebaut, so daß die gesammte jährliche Produktion an Nähmaschinen zu mindestens einer Viertelmillion Stück veranschlagt werden muß.

Bevor wir nun die neueren Verbesserungen in der Construktion der Nähmaschinen besprechen, dürfte eine kurze Beschreibung der allgemeinen Einrichtung derselben am Platze sein, wobei sich zugleich Gelegenheit bietet, über die wichtigsten Systeme derselben das Nothwendige zu sagen.

Ein wesentlicher Bestandtheil der meisten Nähmaschinen ist eine horizontale Tischplatte, die Tuchplatte, auf welche der zu nähende Stoff gelegt wird. Sollen auf der Maschine vorzugsweise röhrenförmige Gegenstände genäht werden, so wird diese Platte in einen länglichen oder röhrenförmigen Arm abgeändert, und solche Maschinen heißen dann Arm- oder Cylindermaschinen.

Oberhalb der Tuchplatte ist der Hauptarm angebracht, welcher einerseits mit der Platte verbunden ist und eine An-

zahl der später zu erwähnenden Bestandtheile trägt. Zunächst ist an seinem freien Ende

der Drücker angebracht, eine mit passendem Fuße versehene vertikale Stange, welche den Stoff gegen die Platte drückt. Der Drücker wird durch eine Feder nach unten gepreßt; will man den Stoff unterschieben oder wegnehmen, so hebt man gewöhnlich den ganzen Drücker mittels eines Hebels in die Höhe.

Der Nadelträger ist entweder eine vertikale auf- und abwärts bewegliche Stange, oder ein um eine horizontale Achse oscillirender Arm. Letzterer, der Nadelarm, ist gewöhnlich dem Hauptarme ähnlich geformt und parallel zu ihm angebracht.

Die Nadel der Nähmaschine hat das Oehr 4—6 Millimeter oberhalb ihrer Spitze und von ihm aufwärts laufend auf der einen Seite eine lange Rinne, in welche der Faden sich legt, während die Nadel in dem Stoffe steckt. Das obere Ende bildet einen verhältnißmäßig dicken Schaft, um die Nadel besser befestigen zu können.

Geht die mit Faden versehene Nadel bis in die Nähe ihres Schaftes durch den Stoff hindurch, so zieht sie den Faden geradlinig an; beim Rückgange der Nadel geht der letztere in Folge der Reibung nicht mit zurück, sondern bildet auf der Unterseite des Stoffes eine Schlinge. Diese würde indessen beim weiteren Hinaufgehen der Nadel schließlich durch den Stoff hindurch gezogen werden und es würde Nichts übrig bleiben, als das von der Nadel gestochene Loch, wenn nicht die Schlinge am Rückgange verhindert würde, indem ihr gleichsam ein Riegel vorgeschoben wird. Dieses Verriegeln der Schlinge auf der Unterseite des Stoffes erfolgt auf verschiedene Weise.

1. Bei den einfachen Kettenstich-Maschinen wird die Fadenschlinge von einem Haken festgehalten und so geöffnet, daß die Nadel beim nächsten Niedergange durch dieselbe geht. Ist dieses geschehen, so läßt der Haken die alte Schlinge frei und stellt sich so, daß er die beim Rückgange der Nadel sich bildende neue Schlinge erfaßt. Wenn die Nadel ihre höchste Stellung hat und den dritten Stich beginnt, so ist die erste Schlinge durch die zweite, jetzt noch vom Haken gehaltene, vollständig verriegelt. Im Ganzen bilden derartige Nähmaschinen ein sehr unvollkommenes System, denn die von ihnen gelieferte

Naht kann durch Zerreißen oder Zerschneiden des Fadens an einer Stelle leicht aufgetrennt werden. Indessen ist der geringe Preis, die leichte Handhabung und die außerordentlich rasche Arbeit dieser Maschine Ursache ihrer ziemlich ausgebreiteten Anwendung. Eine Modification des einfachen Kettenstiches ist der gedrehte Kettenstich, den die Maschinen von Willcox u. Gibbs in Newyork liefern. Bei diesen Maschinen wird der Faden während der Bildung der Schlinge durch einen eigenthümlich gebildeten Haken gedreht; die Naht erhält durch diese Drehung größere Festigkeit, ist aber immerhin leicht auftrennbar.

2. Bei den Doppelkettenstich-Maschinen liegt unter dem Stoffe ein besonderer Faden, dessen Schlingen die des Oberfadens verriegeln. Dabei verriegeln auch umgekehrt die Schlingen des Oberfadens diejenigen des Unterfadens. Der letztere wird entweder durch einen Haken, der an seiner Spitze ein Oehr hat, oder durch eine förmliche starke, gerade oder gekrümmte, Maschinen-Nadel gehalten.

3. Die vollkommenste Verriegelung des Oberfadens erfolgt bei den Doppelstepp-Maschinen. Bei diesen legt sich bei jedem Stiche ein Unterfaden in die Schlinge des Oberfadens und die Verbindung beider Fäden wird dann in die Mitte des Stoffes gezogen, was die Haltbarkeit der Naht wesentlich erhöht.

Zur Durchführung des Unterfadens durch die Schlinge bedient sich Howe eines Schiffchens, welches unterhalb der Tuchplatte auf Schienen läuft und in dessen Innerem der Unterfaden auf einer kleinen Spule aufgewickelt ist. Sobald die Schlinge gebildet ist, kommt die Schiffchenspitze, durchstößt und erweitert dieselbe, worauf dann das ganze Schiffchen die Schlinge passirt und den Unterfaden in ihr zurückläßt. Beide Fäden werden dann von der aufwärts gehenden Nadel festgezogen und das Schiffchen kehrt in seine ursprüngliche Lage zurück.

Der Schiffchen-Maschine machte man anfangs den Vorwurf, daß ihr Mechanismus zu schwerfällig sei, daß sie zu geräuschvoll arbeite und nur für gröbere Arbeit sich eigne. Deshalb erfanden Wheeler u. Wilson in Newyork im Jahre 1852 die Greifermaschine. Bei dieser Maschine wird der Unterfaden nicht bewegt, sondern ein rotirender Drehhaken, der Greifer, tritt in die Oberfadenschlinge, erweitert sie und

führt sie endlich um die Unterfadenspule. Jeder Stich wird dann durch den nachfolgenden angezogen und so vollendet.

Zu den wesentlichen Bestandtheilen einer jeden Nähmaschine gehört ferner eine Vorrichtung zum Anziehen des Oberfadens nach jedem einzelnen Stiche, um der Naht die nöthige Haltbarkeit zu geben. Diese Fadenanziehung erfolgt in verschiedener Weise: entweder unmittelbar durch die Nadelstange, welche ein Oehr trägt, durch welches der Faden geht, der auch durch ein am Lagerkopfe befindliches festes Oehr läuft, so daß die veränderliche Entfernung beider Oehre die Anziehung bewirkt; oder durch einen mit einem Fadenöhr versehenen Hebel, den die Nadelstange in Bewegung setzt, oder endlich durch besondere, unabhängig von der Nadelstange arbeitende Mechanismen.

Weiter bedarf es einer Bremsvorrichtung für den Oberfaden, damit bei jedem Stich nicht mehr Faden von der Spule abgewickelt wird, als nöthig ist. Die Bremsung wird entweder an der Fadenspule selbst angebracht, oder am Faden, den man um eine Rolle wickelt, durch mehrere Oehsen gehen läßt und dergl. mehr.

Ferner ist zu erwähnen der Schalter oder Transporteur, eine Vorrichtung, welche nach jedem Stich den Stoff um die Stichlänge vorwärts schiebt. Derselbe ist entweder unterhalb oder oberhalb der Tuchplatte angebracht; in allen Fällen wendet er dem Stoffe eine gezahnte Fläche zu und ist möglichst knapp an der Nadel angebracht, und zwar womöglich derart, daß nicht blos neben, sondern vor und hinter derselben Zähne erscheinen. Ist die Schaltung unter der Tuchplatte angebracht, so unterscheidet man die Radschaltung und die Vierwegschaltung. Bei ersterer sitzen die Zähne am Umfange eines drei- bis vierzölligen Rades, das durch einen Einschnitt der Platte ragt und immer mit dem Stoffe in Berührung ist; nach jedem Stiche wird das Rad um ein beliebig regulirbares Stück gedreht. Bei der Vierwegschaltung sitzen die Zähne auf einem ebenfalls durch die Platte hindurch gehenden Stahlstücke, das von einem Stich zum andern vier Bewegungen macht. Zunächst nämlich drückt dasselbe den Stoff gegen den Drückerfuß, dann führt es denselben horizontal ein Stück fort, geht hierauf abwärts, kehrt unten in seine frühere Stellung zurück,

und geht wieder in die Höhe, um den Stoff abermals gegen den Drückerfuß zu pressen.

Neuerdings hat Amasa Bemis Howe in Newyork an seinen Maschinen eine Einrichtung getroffen, welche gestattet, nach Bedürfniß das Transporteurrad durch eine hin und her gehende Schaltung zu ersetzen. An dem festen Zapfen, um welchen sich dieses Rad dreht, befindet sich nämlich noch ein horizontaler Arm, welcher am Ende einen Zapfen trägt, auf den das eine Ende eines horizontalen Hebels aufgesteckt wird; das andere Ende dieses Hebels berührt ein excentrisches Rad. In der Mitte dieses Hebels ist ferner ein Drehzapfen eines vertikalen Hebels angebracht, dessen unteres Ende eine zweite excentrische Scheibe berührt, während das obere Ende ein Transporteurblättchen bildet. Durch Vermittlung der beiden Hebel und Excentrics erhält man den richtigen Vorschub.

Ist die Schaltung über der Tuchplatte angebracht, so ist der Drückerfuß selbst mit Zähnen versehen.

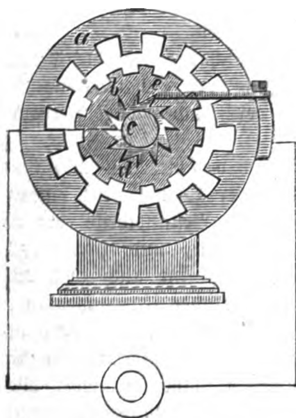
In enger Verbindung mit dem Schalter steht die Stichstellung, durch welche die Bewegung des Schalters nach jedem Stich und damit die Länge der Stiche beliebig regulirt wird.

Den Bewegungsmechanismus der verschiedenen Maschinen genauer zu beschreiben, ist hier nicht der Ort. Es ist hinlänglich bekannt, daß alle die verschiedenen Bestandtheile ihre Bewegung von einem Triebrade empfangen, und zwar genügt entweder eine einzige Hauptwelle, oder es sind auch zwei Wellen angebracht. Es macht einen wesentlichen Unterschied in der ganzen Anlage der Maschine, ob die Hauptwelle unterhalb oder oberhalb der Tuchplatte liegt, und man kann hiernach die Nähmaschinen in solche mit tiefer und in solche mit hoher Welle eintheilen. Das Triebrad wird bei vielen Maschinen mittels einer Kurbel mit der Hand bewegt, gewöhnlich aber ist unter dem Tische der Maschine ein mit Fußtritt versehenes Schwungrad angebracht, welches durch einen Triebriemen mit dem Triebrade verbunden ist und vom Fuße des Arbeiters bewegt wird.

Wiewol die Bewegung einer gut gebauten und in gutem Stande befindlichen Nähmaschine leicht von statten geht, so ermüdet doch anhaltendes Arbeiten mit derselben auch bei der besten und leichtesten Construktion. In neuester Zeit hat ins-

besondere ein französischer Arzt, Dr. Guibout, in einem Berichte an die medicinische Gesellschaft in Paris auf die gesundheitsgefährlichen Folgen anhaltender Arbeit mit der Nähmaschine aufmerksam gemacht. In großen Etablissements läßt man deshalb die Nähmaschinen mittels Transmissionen durch Dampf- oder Wasserkraft treiben. Um aber auch in anderen Verhältnissen dem Arbeiter oder der Arbeiterin die Bewegung der Maschine abzunehmen, hat man in neuester Zeit versucht, die Wasserkraft direct, ohne Transmission, zu diesem Zwecke zu verwenden. Derartige Anlagen können freilich nur in Städten, welche eine Wasserleitung mit hohem Druck besitzen, zweckmäßig erscheinen; hier mag es sich verlohnen, eine kleine Kolbenmaschine aufzustellen, welche, von der Wasserleitung gespeist, eine Nähmaschine in Gang setzt. Ein anderer Versuch, die Bewegung der Nähmaschine durch einen besonderen Motor zu bewirken, war auf der letzten Pariser Ausstellung zu sehen. J. H. Cazal u. Comp. in Paris benutzten nämlich zur Bewegung ihrer Nähmaschinen einen Elektromotor, dessen wesentliche Einrichtung die beistehende Skizze zeigt. An der horizontalen Achse c ist ein als Stromunterbrecher dienendes Zahnrädchen d angebracht, sowie eine gezahnte dicke Eisenscheibe b. Am Rande der letzteren ist eine Nuth eingedreht, welche

Fig. 30.




die die Scheibe umkreisenden Windungen des Multiplicatordrahtes aufnimmt. Das eine Ende dieses Drahtes steht mit der Achse c, das andere mit dem Zahnrad d in Verbindung. Die Scheibe b dreht sich im Innern eines feststehenden Eisenringes a, der an seinem innern Umfange mit zahnartigen Erhöhungen versehen ist, die als Anker für den innern Radmagnet dienen. Als bewegende Kraft wird eine Batterie von vier Zinkkohlen-Elementen angewandt; der eine Pol derselben steht mit der

Achse c, der andere mit der an d gleitenden Feder e in leitender Verbindung. Es haben indessen diese Cazal'schen Elektromotoren sich keines großen Beifalls zu erfreuen gehabt; von Fachleuten ist mehrfach darauf hingewiesen worden, daß dieselben, abgesehen von den Uebelständen und Unannehmlichkeiten, welche mit der Aufstellung einer galvanischen Batterie in bewohnten Räumen verbunden sind, ziemlich kostspielig arbeiten, sich leicht abnutzen und dabei kaum ausreichen, um eine Nähmaschine, deren Reibungswiderstände durch Frictionsrollen an der Welle möglichst vermindert sind, in kräftigen Gang zu versetzen. Die Aufgabe der Herstellung eines zweckmäßigen Mechanismus zum länger andauernden Betrieb der Nähmaschine ist daher für die Mehrzahl der Fälle noch ungelöst.

Wir schreiten nun zur Namhaftmachung einiger der hervorragenderen Nähmaschinen und neuerer Verbesserungen derselben.[1]

## 1. Einfache Kettenstich-Maschinen.

Zu den billigsten und dabei bei solider Ausführung auch ziemlich zuverlässigen Maschinen dieser Classe gehört die Nähmaschine von Berthier u. Comp., die zum Preise von 20 ja sogar schon von 15 Franken (4 Thaler) hergestellt wird. Dieselbe hat eine hohe Längswelle, welche vorn die Bewegung des zugleich die Schaltung besorgenden Drückerfußes, sowie diejenige der Nadelstange bewirkt, am andern Ende aber einen Excenter trägt, der mittels eines vertikalen Hebels einen unter der Platte liegenden horizontalen Hebel in Bewegung setzt. Letzterer trägt an der Stelle, wo oben die Nadel arbeitet, ein bewegliches Häkchen, welches der Nadel die Fadenschlinge abnimmt und dieselbe so lange offen hält, bis die Nadel beim nächsten Niedergange in die Schlinge sticht und diese verriegelt, indem das Häkchen eine neue Schlinge in die alte zieht. Die Bewegung dieser Maschinen erfolgt gewöhnlich mit der Hand.

Die Nähmaschinen, welche Newton, Wilson u. Co. in

---

[1] Vorzugsweise benutzt worden ist dabei, wie auch schon im Vorhergehenden, der Bericht von A. v. Gasteiger im offic. österreich. Bericht über die Pariser Weltausstellung von 1867, 14. Lieferung. Wien, Braumüller. 1868.

London unter den Namen „Queen Mab“ und „Cleopatra“ in den Handel bringen, gehören auch hierher. Dieselben arbeiten mit dem schon oben erwähnten Willcox'schen Kreishaken. In ihrem Mechanismus sind Zahnräder angewandt, ein System, von dem man sonst aus naheliegenden Gründen bei Nähmaschinen meist zurückgekommen ist.

Die bereits erwähnte Maschine von Willcox u. Gibbs in Newyork, die vielfach nachgeahmt wird, zeichnet sich außer durch ihre Verläßlichkeit gegen Schlingenausbleiben, was sonst namentlich bei weichem Faden und bei stark appretirtem Stoffe leicht eintritt, auch durch äußerst raschen und dabei sehr ruhigen Gang aus. Sie erfordert freilich, wenn sie diese Vorzüge wirklich haben soll, eine sehr accurate Ausführung, und gute Maschinen dieser Construction haben daher einen verhältnißmäßig hohen Preis.

## 2. Doppelstich-Maschinen.

Der Doppelkettenstich, bei welchem auf der einen Seite Steppstiche, auf der andern eine fortlaufende Reihe von doppelten Fadenschlingen erscheinen, wird nur mit der Maschine, nie mit der Hand hergestellt. Ein Nachtheil der Maschinen, welche diesen Stich liefern, ist der große Fadenverbrauch, derselbe ist nämlich um 1/3 größer, als bei einfachem Kettenstich, und fast dreimal so groß, als beim Doppelsteppstich. Auf der anderen Seite hat man allerdings nicht, wie bei den Steppstichmaschinen, nöthig, den Unterfaden in kleinen Partien aufzuspulen und erspart so an Zeit. Auch kann die Naht als Zierstich benutzt werden, nur ist sie wenig haltbar.

Unter den Maschinen, welche diesen Stich liefern, sind die von Grover u. Backer als diejenigen zu bezeichnen, welche die größte Garantie gegen das Auslassen von Stichen bieten.

Von eigenthümlicher Construction ist die „Excelsior-Maschine“ von Whigt u. Man. Die Nadel, welche mit einem 3 Zoll langen und 1 Zoll dicken Schafte versehen ist, dient zugleich als Nadelstange. Sie ist an einer vor der Kurbel der Hauptwelle mittels Excenter bewegten Leitstange befestigt und bewegt sich in einer über dem Stahlloche schwingenden Röhre vertikal auf und ab. Das Spiel der Nadel und der erwähnten Führungsröhre gleicht im Allgemeinen der Cylinder- und

Kolbenbewegung einer oscillirenden Dampfmaschine. Die Nadel wirkt zugleich als Schalter; während sie den Stoff durchdringt, schiebt sie denselben nach rechts; nach dem Austritte beschreibt ihre Spitze dann einen Bogen nach links bis zur nächsten Eintrittsstelle. Mittels einer Schraube kann der Oscillationspunkt der Führungsröhre höher und tiefer gelegt werden; dadurch wird der Halbmesser des von der Nadelspitze beschriebenen Bogens verändert, was eine Verlängerung oder Verkürzung der Stiche zur Folge hat. Unter der Platte schwingt eine gerade Nadel, welche die Oberfadenschlinge verkettet; ein Häkchen öffnet die Unterfadenkette, damit im folgenden Stich der Oberfaden seine Schlinge durch ihre Mitte legen kann.

Eine Doppelkettenstich-Maschine für Ziernäthe, zum Umrändern rc. hat George Joseph Richardson in Philadelphia auf folgende Weise eingerichtet. Unter der Tuchplatte der mit einer auf und nieder gehenden Nadel arbeitenden Maschine liegt ein zweiter Nadelarm, welcher in einer schräg stehenden Ebene nach oben schwingt und an seinem Ende einen drehbaren Bolzen trägt, in welchem die untere Nadel befestigt ist. Diese Nadel ist gekrümmt und mit zwei Oehren an Spitze und Fuß versehen; der Faden schlingt sich von einem Oehr zum andern um die Nadel herum. An dem Nadelhalter ist ein Arm befestigt, welcher mittels Zugstange und Hebel, auf welchen letzteren eine Nuthscheibe wirkt, der Nadel eine Achsendrehung ertheilt. Die untere Nadel geht zunächst durch die Schleife des oberen Fadens, sodann durch das Zeug, und breitet nun oben eine Fadenschleife aus, durch welche dann die obere Nadel hindurchgeht. Die Stiche der oberen und unteren Nadel sind gegen einander seitlich verstellt; beim Einfassen von Rändern sticht die untere Nadel an der Kante des Zeuges vorbei. Die Transportirung geschieht durch einen Zeugdrücker, bestehend aus einer vertikalen, oben gezahnten Platte, welche mit einem vertikalen Schlitze drehbar und verschiebbar auf einem stellbaren Bolzen steckt. Auf der Unterseite wird sie von einem Kurbelzapfen bewegt.

Derselbe baut übrigens auch einfache Kettenstich-Maschinen zum Umrändern und Zusammennähen. Auch sind seine Maschinen noch mit besonderen Einrichtungen zur Transportirung schwerer Gegenstände, wie Teppiche rc. ausgestattet. Für ganz

große und schwere Gegenstände, wie Segel, wird vor der Maschine ein Wagen angebracht, der eine mit Spitzen versehene Plattform trägt, und auf einer kleinen Eisenbahn ruht.

### 3. Doppelsteppstich-Maschine.

Die Maschinen dieser Classe zeichnen sich — eine richtige Spannung der beiden Fäden vorausgesetzt — durch größte Haltbarkeit der Nähte und dann auch durch sparsamen Fadenverbrauch aus. Zu einer Elle Naht braucht man nämlich zwei Ellen Faden und dazu noch dasjenige Quantum, welches im Stoffe selbst verborgen ist und von der Dicke desselben abhängt. Zur Herstellung einer ganz fest angezogenen Naht mit rundem, sogenannten „geperltem" Stich, auch im dicksten Stoff, Leder ꝛc. eignen sich besonders gut construirte Schiffchenmaschinen.

Als Muster dieser Maschinen ist die Howe-Maschine zu erwähnen. Die älteren Maschinen dieser Art sind mit einer ziemlich complicirten Radschaltung versehen, die neuerdings beseitigt worden ist. Statt daß früher ein Excenter das Rad vorwärts schob, ist jetzt ein abgestutzter Conus excentrisch auf die Achse gesetzt, welche diese Verschiebung besorgt. Durch Verrücken dieses Conus in Richtung der Welle kann man die Stichlänge beliebig ändern. Auch hat man die Howe-Maschine neuerdings mit Vierwegschaltung ausgeführt.

Um das Stichausbleiben zu verhüten, wird bei der Howe-Maschine der die Nadelstange führende Nadelkopf verstellbar gemacht, so daß eine dünnere Nadel näher an dem Schiffchen angebracht werden kann, als eine dicke. Das Schiffchen wird mittels eines an einem Gelenk befestigten Schlittens bewegt und trägt einen Stulp rückwärts, wodurch beim Retourgange eine Führung an der Spitze, wie andere Schiffchen haben, überflüssig wird.

Die Anziehung des Oberfadens wird direct von der Nadelstange ohne Hebelübersetzung vorgenommen und nur zum Wegheben des schlaffen Fadens beim Senken der Nadel ist an der Frontplatte ein Federchen angebracht.

Im Wesentlichen mit der Howe-Maschine übereinstimmend ist die Maschine von Weed in Nashua, Newhampshire.

Sehr weit verbreitet sind die Maschinen der Singer Manufacturing Company. Bei diesen findet die Schaltung von

oben durch Excenter und Nase am Ende der oberen Welle statt. Die Anziehung des Fadens wird nicht direct von der Nadelstange, sondern im Wesentlichen in folgender Weise bewirkt. Eine Feder hält den Fadenöhrhebel so, daß er immer bereit ist, den Faden zu spannen; von der Zeit an, wo das Fadenöhr die Stofffläche erreicht hat, bis das Schiffchen passirt ist, verhindert die Nadelstange, daß die Feder wirkt und den Faden fest um's Schiffchen spannt; nach Ablauf dieser Periode jedoch kann die Feder ihre Wirkung äußern, der Faden wird emporgeholt und die Nadelstange sorgt selbst dafür, daß am Ende jedes Nadelhubes der Hebel gleichviel Faden holt, was die Feder allein nicht im Stande wäre.

Aehnlich den Singer'schen sind auch die großen Maschinen von Charles Callebaut in Paris eingerichtet, deren Construktion jedoch als unschön getadelt wird. Die kleineren Maschinen dieses Hauses haben eine hohe Längswelle, welche mittels konischer Räder eine Verticalwelle in Bewegung setzt, deren unteres Ende mittels Kurbel und Stange des Schiffchen in der Längsrichtung der hohen Triebwelle — also nicht quer, wie bei den Singer'schen und Howe'schen Maschinen — in Bewegung setzt und die Schaltung von unten aus führt.

In Frankreich werden vorzugsweise Nähmaschinen mit einer hohen und einer tiefen Welle construirt. Diese Wellen tragen an ihren Enden Kurbelzapfen, die durch eine Stange mit einander verbunden sind; die obere Welle erhält die Rotation und theilt sie der unteren mit. Diese letztere trägt an ihrem anderen Ende einen vertikal schwingenden Arm, welcher das Schiffchen, und zwar gewöhnlich ohne Schlitten, bewegt. Die Schaltung wird bei den meisten dieser Maschinen von oben vorgenommen. Unter den Fabrikanten sind Plaz und Rexroth besonders zu erwähnen.

Eine französische Erfindung, von Marc Klotz herrührend, der auch recht billige Schiffchenmaschinen liefert, sind die Unterspülchenpatronen. Dieselben haben die Einrichtung, daß der Faden — ähnlich wie bei Spagatknäueln — von Innen heraus abläuft. Dadurch wird jede Spannungsveränderung im Schiffchen, welche in Folge einer Veränderung des Spuledurchmessers oder des Abwickelungswinkels eintreten könnte, vermieden. Auf der anderen Seite ist aber freilich der

Gebrauch dieser Patronen, welche durch Maschinen hergestellt werden, deshalb unbequem, weil man genöthigt ist, sich Vorräthe davon einzukaufen.

Eine Ueberwendlingsnaht=Maschine, welche mit gewöhnlicher Nähnadel einen der Handarbeit ganz gleichen Ueberwendlingsstich liefert, hat die französische Firma Lafontaine u. Froment construirt.

Ferner ist von Maschinen, die für besondere Zwecke arbeiten, zu erwähnen die Ledernähmaschine von Finet u. Comp. Dieselbe näht mit Pechfaden — völligem Spagat — doppeltes Sohlenleder, und zwar nicht blos, wie mehrere schon in London im Jahre 1862 ausgestellte Ledernähmaschinen, mit Kettenstich, sondern mit Doppelsteppstich.

Bemerkenswerth sind ferner die Näh= oder richtiger Stickmaschinen von Hugand. Der Arbeiter legt bei dieser Maschine den Stoff auf eine 1½ Fuß im Durchmesser haltende runde, bewegliche Scheibe, und berührt ihn gar nicht weiter, sondern näht alle, auch die allerkleinsten Wendungen durch einfaches Drehen der Scheibe. Auch die feinsten Stoffe werden dabei nicht zusammengezogen und können ebenso vollkommen nach der Zeichnung gestickt werden, wie starke und grobe. Eine solche Maschine macht fünferlei verschiedene Stiche mittels Häkelnadeln, mit einer, zwei, ja selbst drei knapp neben einander gestellten Nadeln (also Parallelnähte auf einmal) mit Kettenstich, Soutache aufnähend u. s. w. Sie näht Wollfaden auf, welchen sie selbst in knapp aneinander gereihte Wellenlinien legt, z. B. mit drei Kettenstichreihen, und zwar so, daß der Wollfaden auf der einen Seite ½, auf der andern drei Millimeter weit vorragt; endlich näht sie noch einen neuen Stich mit zwei Fäden, die auf der einen Seite schnürchenartig in einander gedreht erscheinen, auf der andern Seite aber wie ein mit doppeltem Faden genähter Kettenstich aussehen, was ein sehr schönes Ansehen hat, besonders, wenn die Fäden verschiedene Farbe haben, weil stets dieselbe Farbe die innere Kette bildet, und die äußeren Ketten von einander trennen, so daß letztere dazwischen wie isolirte Winkel erscheinen.

Natürlich ist die Einrichtung dieser Maschinen eine ziemlich verwickelte; dessenungeachtet ist ihr Preis (600 Franken

— 160 Thaler und für größere 800 Fr.) im Verhältniß zu ihren Leistungen nicht zu hoch.

Unter den englischen Schiffchenmaschinen sind zunächst diejenigen von R. E. Simpson u. Comp. in Glasgow zu erwähnen. Sie haben eine tiefere Querwelle und Schaltung von unten. Ihnen ähneln in der Construktion die Maschinen der Europäischen Nähmaschinen-Compagnie; doch ist bei diesen die Querwelle bedeutend höher, und nicht blos der Nadelstangenarm, sondern auch der das Schiffchen bewegende Hebel trägt eine Herzcurve. Die Maschinen von W. F. Thomas u. Comp. in London haben dagegen eine in der Höhe der Tuchplatte liegende Querwelle. Statt der Herzcurven an den Hebeln sind Frictionswellen angebracht, die in entsprechenden Scheibencurven laufen, welche sich innen an den großen Triebrädern befinden. Der Gang dieser Maschinen ist zwar etwas schwer und geräuschvoll, aber die von ihnen gelieferte Naht hat auch in kleinen Wendungen ein hübsches Ansehn. Sie werden in verschiedenen Größen, als Handmaschinen, in mittleren Dimensionen und für Sattlerarbeit und Segeltuch-Näherei passend gebaut. Dieselbe Firma liefert auch Maschinen, auf denen durch automatisches Rücken des Nadelstangen-Lagerkopfes bei jedem zweiten Stiche eine Art Ueberwendlingsnaht für Lederarbeiten gemacht werden kann, ähnlich der Arbeit, welche die Handschuh-Nähmaschine von Henrichsen in Kopenhagen liefert.

Die Maschinen von Wanzer haben im Wesentlichen den Bewegungsmechanismus von Wheeler u. Wilson, aber es ist bei ihnen nicht das Greifer-, sondern das Schiffchensystem in Anwendung gebracht.

A. von Gasteiger in Innsbruk hat das Schiffchensystem, natürlich mit bedeutenden Modificationen, auf die Maschine von Willcox u. Gibbs übertragen. Die Nadelbewegung ist ähnlich, wie bei der letzteren Maschine angeordnet, dabei wird aber durch die tiefe Längswelle ein in vertikaler Ebene schwingender Schiffchentreiber mittels excentrisch angebrachten Zapfens bewegt. Das Schiffchen ist frei in der Bahn und kann rasch aus- und eingelegt werten. Die Fadenanziehung wird durch einen Flügel an der Triebradkurbel ohne Lärm vorgenommen; auch die Schaltung arbeitet dauerhaft, einfach und

ganz lautlos, wie denn der Verfertiger überhaupt auf einen ruhigen Gang der Maschine bei guter Leistung sein Hauptaugenmerk gerichtet hat. Auch ist bei der Anordnung dieser Maschine der Stoß beseitigt, welcher bei anderen Construktionen durch das Stehenbleiben der Nadel während des Schiffchenlaufens entsteht und der eine bedeutende Abnutzung zur Folge hat.

Handnähmaschinen für Doppelsteppstich, bei welchen Nadel und Schiffchen durch zwei parallele, über und unter der Nähplatte liegende Wellen bewegt werden, haben neuerdings Ira Dimock in London und James Gresham in Manchester construirt. Das Schiffchen wird bei diesen Maschinen von einem Schiffchentreiber bewegt, welcher entweder um eine am Gestell festgeschraubte Achse oscillirt, oder auch seine Bewegung direct von der unteren Welle empfängt, die zu diesem Zwecke von der obern mittels Excentric in schwingende Bewegung versetzt wird. Die Zeugschiebung erfolgt von einen hin und hergehenden Transporteur, welcher auf einem festen Zapfen gleitet und oscillirt und, je nachdem die untere Welle rotirt oder oscillirt, in verschiedener Weise bewegt wird. Zur Erreichung eines festen Standes der Handmaschinen auf den Tischen und um letztere nicht zu beschädigen, sind die Fußplatten mit vorspringenden Gummiplatten versehen; auch werden die Maschinen, um eine sichere Befestigung in den Kästen zu bewirken, nicht von oben, sondern von der Seite eingesetzt, wobei die Ränder der Fußplatte unter feste Leisten zu liegen kommen.

Gleichfalls mit einem oscillirenden Schiffchentreiber versehen ist die Nähmaschine von John Nathaniel Tarbox in Hamilton; die Bewegung dieses Schiffchentreibers erfolgt durch die Unterwelle mittels Kurbel, Zugstange und Hebel. Der Arm schwingt in vertikaler Ebene; das Schiffchen wird an seinen Platz von vorn her der Länge nach eingeschoben und am Herausfallen durch eine drehbare Klappe verhindert.

William Taylor in London benutzt zur Regulirung der Spannung des Schiffchenfadens eine dünne Walze, welche längs der Schiffchenspule gelagert und quer durchbohrt ist. Durch diese Bohrung geht der Faden hindurch und wird nun durch Drehung der Walze mehr oder minder um dieselbe geschlungen. Die Walze ragt am Ende des Schiffchens mit einem vierseiti-

tigen Zapfen hervor und läßt sich mit einem Schlüssel drehen. Die Bewegung des Zeugschiebers wird bei der Taylor'schen Maschine folgendermaßen bewerkstelligt. Die Zeugschieberplatte, welche sich mit einem Schlitze auf einem Zapfen dreht und schiebt, steht mit einer ebenen Kante auf einem Excentric auf der Unterwelle auf, welche sie hebt und senkt; von einem Zapfen an ihr hängt lose ein Hebel herab, so daß er ein zweites Excentric berührt. Dieser Hebel stemmt sich in der Mitte gegen einen verstellbaren Anhalt am Maschinengestell, so daß er bei Drehung der Maschinenwelle den Schieber bewegen kann. Der Anhalt dient, indem er dem Drehpunkte des Hebels mehr oder weniger genähert wird, als Regulator für die Stichlänge. Das Schiffchen wird durch einen oscillirenden Treiber in einer elliptischen Bahn bewegt, indem der Treiber sich auf einem Kurbelzapfen dreht und zugleich um den Zapfen eines beweglichen Gegengelenkes schwingt. Bei Nähmaschinen, welche auf einen Tisch gesetzt werden sollen, bringt Taylor ein unter dem Tische liegendes Rädchen an, um damit mit Hilfe eines Riemens die Maschine zu treiben. Dasselbe ist in einem am Maschinengestell angebrachten krummen Arme gelagert, welcher zugleich als Schraubzwinge zum Befestigen der Maschine dient und beim Nichtgebrauch der Maschine in die Höhe geschlagen wird, so daß die Maschine dann nicht mehr Platz einnimmt, als ohne denselben.

Sidney Mason Tyler in Brooklyn hat die Bewegung der Nadel durch passende Form der Nuth, welche die Nadelstange führt, derartig regulirt, daß die Nadel rasch in das Zeug und aus demselben herausgeht, aber sowol im höchsten als auch im tiefsten Punkte eine Weile stillsteht. Ebenso läßt er die Schiffchenbewegung langsam zu Ende gehen, indem der oscillirende Hebel, welcher mittels einer Zugstange das Schiffchen bewegt, am Ende des Schiffchenlaufes im todten Punkte steht. Dadurch, daß dem Schiffchen längere Zeit zum Passiren der Fadenschlinge, und dieser wieder zum Anziehen des Unterfadens gewährt wird, soll eine bessere Naht erzielt werden.

Die Nähmaschinen von Albin Warth und Eberhard Faber in Newyork sind dadurch bemerkenswerth, daß man auf ihnen nach Belieben Stepp- oder Kettenstich nähen kann. Die wesentliche Einrichtung derselben ist folgende:

Der Nadelschieber besteht aus zwei Theilen, von denen der obere geradlinig auf und nieder geht, der untere aber mittels eines Gelenkes an demselben hin und her schwingt. An der Rückseite des letzteren Theiles befindet sich eine Frictionsrolle, welche in einem passenden Schlitze des Trägers so geführt wird, daß die Nadel, kurz bevor sie den tiefsten Stand erreicht, den Vorschub des Zeuges bewirkt; kurz vor Beendigung des Hubes nimmt sie wieder die ursprüngliche Lage an. Das Zeug liegt dabei auf einer aus der Stichplatte ein wenig hervorragenden glatten Rolle, auf welche es durch ein federndes Füßchen niedergedrückt wird, das am Nadelschieber befestigt ist und so den Vorschub der Nadel unterstützt. Der obere Faden kommt von einer vertikal stehenden, im Innern einer Hohlkugel befindlichen Spule und geht zunächst über einen besonderen Spannapparat, bestehend aus zwei scharnierartig verbundenen Stangen, die mit hervorstehenden Stiften rechenartig besetzt sind; indem man den Faden zwischen den beiden Stiftreihen durchführt, und das Scharnier mit Hilfe eines Laufgewichtes und eines Anschlages mehr oder weniger zusammenklappt, so daß die Stifte beider Reihen zwischen einander eintreten, nöthigt man den Faden, mehr oder weniger starke Wellenlinien zwischen den Stiften zu beschreiben und dadurch mehr oder weniger Spannung anzunehmen. Von da läuft der Faden durch ein festes Oehr am Gestell aufwärts über eine glatte Rolle am Nadelschieber und durch ein zweites, am Schieber befestigtes Oehr nach der Nadel. Der untere Faden ist in einem keilförmigen Schiffchen auf einer flachen Spule aufgewickelt, die durch eine gegen den Faden drückende Feder gebremst wird; zur Regulirung der Spannung geht der Faden ein oder mehrere Mal über einen im Schiffchen angebrachten Draht und durch ein Paar an der Seite desselben angebrachte Löcher. Um es leichter zu machen, ist das Schiffchen am Boden durchlöchert. Soll Kettenstich genäht werden, so wird dieses Schiffchen durch ein anderes ersetzt, welches mit einem Haken zum Fangen der Schleife versehen ist.

Die Erfinder haben auch Einrichtungen getroffen, um kreisförmige und wellenförmige Nähte bequem herstellen zu können. Für erstere verwenden sie ein stellbares Centrum, um welches sich das Zeug dreht, zu letzterem Zwecke

bedienen sie sich eines Zeugführers, bestehend aus drei in einem Querstück befestigten Stäbchen, zwischen denen das Zeug durchgehen muß und der mittels Excentric hin und her bewegt wird.

Es mag gleich an dieser Stelle mit erwähnt werden, daß Warth und Faber ihre Erfindungen nicht blos auf Schiffchenmaschinen, sondern auch auf das Greifersystem angewandt haben.

Auch bauen dieselben Nähmaschinen für Doppelsteppstich mit rotirendem Schiffchen. Das letztere bewegt sich auf einer geschlossenen kreisförmigen Bahn und wird durch einen Schiffchentreiber geführt, der an einer in der hohen Hauptwelle steckenden Welle befestigt ist. Werden beide Wellen zusammengekuppelt, so entsteht der Doppelsteppstich; wird aber die Verbindung gelöst, so wird durch eine Parallelwelle und zwei Räderpaare bewirkt, daß das Schiffchen die Fadenschlinge zweimal passirt und es wird dadurch ein dreifacher Steppstich erzeugt, der besonders haltbar ist und namentlich für schwerere Arbeiten sich eignet. Der Nadelschieber ist, um dem Schiffchen die zum zweimaligen Passiren der Schlinge nöthige Zeit zu lassen, von oben herein lang geschlitzt, so daß sich die Nadel etwas heben kann ohne die Schleife zu verengen.

Diese letztere Maschine ist auch zum einfachen nnd doppelten Kettenstich eingerichtet worden, indem an der unteren Welle passende Fadenführer angebracht worden sind.

Um die Kurbel des Schwungrades beim Anhalten in die richtige Stellung zu bringen, so daß letzteres stets durch den Fußtritt allein in die gehörige Bewegung gesetzt werden kann, sind Daumen auf die Welle aufgesetzt, gegen welche Federn drücken, die dem Rade seine richtige Stellung geben. Die Schnur- und Riemenrollen sind aus Gummi mit Lederüberzug; die Gummischeiben werden zwischen Platten eingepreßt, und durch Anziehen und Lösen einer Schraubenmutter kann man die Durchmesser verändern.

Verschiedene Verbesserungen an den Nähmaschinen hat Elias Howe jun. zu Fairfield, Connecticut, erfunden.

Die Führung für den Nadelschieber ist mit dem Gestell der Maschine mittels eines Bolzens verbunden, welcher in einer cylindrischen Bohrung sich aus- und einschieben und ein Wenig

drehen läßt. Hierdurch läßt sich die genaue Einstellung verschieden dicker Nadeln nach der Vorderfläche des Schiffchens bewerkstelligen.

Die Spannung des Nadelfadens wird durch eine gezahnte Scheibe bewirkt, deren Zähne abwechselnd rechts und links gebogen sind und auf diese Weise eine Rinne bilden, in welche der Faden zu liegen kommt; der Widerstand dieser Scheibe wird durch Filzscheiben und Schraubenfeder regulirt. Der Faden läuft von der Scheibe über den umbogenen Rand einer zweiten Scheibe, umschlingt die erstere einmal und geht sodann zur Nadelstange. Alle Augen, durch welche der Faden geht, sind geschlitzt, um denselben leicht einbringen zu können. Am untern Ende der Nadelstange führt ein Auge den Faden ganz an den Nadelschaft heran, um auf diese Weise die Erschütterungen zu vermeiden, welche bei der gewöhnlichen Einrichtung aus dem Seitenzuge des Fadens hervorgehen und die bei harten Stoffen leicht ein Abbrechen der Nadel bewirken.

Die Schiffchenspule liegt in einem Spulhalter mit elastischem Rücken und nach außen weiter aus einander stehenden Enden, welche unter die entsprechend überhängenden Endflächen der Schiffchenhöhlung eingreifen und so der Spule festen Halt verschaffen. Der Faden geht zuerst über eine mit dem Schiffchenhalter verbundene Stange durch ein Auge an der Spitze des Schiffchens, dann unter einer Feder durch und durch ein Auge derselben heraus; durch eine kleine Schraube kann man die Spannung dieser Feder reguliren. Das Auge am Ende der Feder ist geschlitzt und letztere hier nach Innen gebogen um den Faden am Verlassen des Auges zu hindern.

Zur Bewegung des Transporteurrades wird ein Hebel benutzt, welcher auf die verlängerte Nabe des Rades frei aufgesteckt ist und den eine Feder stets an sein Excentric andrückt. Dieser Hebel wirkt mit einem Arme auf einen an einer Feder befindlichen geschlitzten Backen, welcher unter seinem Einflusse sich an dem vorspringenden Rande des Transporteurs klemmt und denselben mitnimmt; die Feder führt den Backen dann frei zurück.

Zum Nähen cylinderförmiger und ähnlicher hohler Gegenstände dienen die Cylinder- oder Armmaschinen, deren

schon kurz gedacht worden ist. Sehr schwere Maschiner dieser Art hat u. A. Elias Howe construirt; sie sind besonders zum Nähen von Lederröhren brauchbar.

Abraham Bowen in Birmingham hat eine derartige Maschine mit folgender Einrichtung construirt. Die oben liegende Hauptwelle bewegt mittels zweier am hintern Ende nach entgegengesetzter Richtung angebrachter Daumen einen doppelarmigen Hebel auf und ab, an welchen rechtwinklig ein langer abwärts gerichteter Arm angesetzt ist, der mittels Zugstange das Schiffchen parallel zur Hauptwelle bewegt. Ein dritter Daumen wirkt auf einen abwärts gehenden, am Gestell gelagerten Hebel, welcher wieder einen zweiten, unter dem Cylinder gelagerten Hebel treibt, an dessen vorderem Ende sich der Transporteur in Gestalt einer um den Cylinder herum greifenden Platte befindet. Diese Platte hat zum Durchlassen der Nadel einen Schlitz. Beim Rückgange des Transporteurs muß der Druck des Zeugdrückers aufgehoben werden; dies geschieht durch einen Daumen am vorderen Ende der Hauptwelle, welcher im geeigneten Momente den Zeugdrücker hebt.

Eine andere hier gehörige Maschine ist die Cylindermaschine von Jones. Mit dieser ist es dem Schuhmacher, Sattler rc. möglich, Arbeiten auszuführen, welche bisher sowol für gewöhnliche Nähmaschinen, als auch für Cylindermaschinen, z. B. die von Howe, zur Unmöglichkeit gehörten. Dieselbe näht 2 Linien dickes Leder mit derselben Accuratesse, wie das feinste Zeugschäftchen. Charakteristisch für diese Maschinen sind besonders zwei Bestandtheile. Zunächst der ungefähr 8 Zoll lange Arm oder Cylinder, an dessen äußerstem Ende oder Kopf das Schiffchen durch eine Zahnstange in eine halbmondförmige Bewegung versetzt wird. Der Cylinder ist so beschaffen, daß auch ein mittelgroßer Kinderschuh bequem darauf gesteckt werden kann. Damit der am Cylinder befindliche geschlossene Gegenstand beliebig gedreht werden könne, ist da, wo sich bei anderen Maschinen der Stoffdrücker und der Nadelhalter befindet, ein höchst sinnreicher Mechanismus, in Form eines zweiten Cylinders angebracht, welcher halbkreisförmig nach jeder beliebigen Richtung gestellt werden kann; in demselben ist zugleich der Transporteur enthalten. Diese Vorrichtung macht es z. B. dem Schuhmacher möglich, an getragenen Schuhen in wenig

London unter den Namen „Queen Mab" und „Cleopatra" in den Handel bringen, gehören auch hierher. Dieselben arbeiten mit dem schon oben erwähnten Wilcox'schen Kreishaken. In ihren Mechanismus sind Zahnräder angewandt, ein System, von dem man sonst aus naheliegenden Gründen bei Nähmaschinen meist zurückgekommen ist.

Die bereits erwähnte Maschine von Willcox u. Gibbs in Newyork, die vielfach nachgeahmt wird, zeichnet sich außer durch ihre Verläßlichkeit gegen Schlingenausbleiben, was sonst namentlich bei weichem Faden und bei stark appretirtem Stoffe leicht eintritt, auch durch äußerst raschen und dabei sehr ruhigen Gang aus. Sie erfordert freilich, wenn sie diese Vorzüge wirklich haben soll, eine sehr accurate Ausführung, und gute Maschinen dieser Construction haben daher einer verhältnißmäßig hohen Preis.

## 2. Doppelstich-Maschinen.

Der Doppelkettenstich, bei welchem auf der einen Seite Steppstiche, auf der andern eine fortlaufende Reihe von doppelten Fadenschlingen erscheinen, wird nur mit der Maschine, nie mit der Hand hergestellt. Ein Nachtheil der Maschinen, welche diesen Stich liefern, ist der große Fadenverbrauch, derselbe ist nämlich um $1/3$ größer, als bei einfachem Kettenstich, und fast dreimal so groß, als beim Doppelsteppstich. Auf der anderen Seite hat man allerdings nicht, wie bei den Steppstichmaschinen, nöthig, den Unterfaden in kleinen Partien aufzuspulen und erspart so an Zeit. Auch kann die Naht als Zierstich benutzt werden, nur ist sie wenig haltbar.

Unter den Maschinen, welche diesen Stich liefern, sind die von Grover u. Backer als diejenigen zu bezeichnen, welche die größte Garantie gegen das Auslassen von Stichen bieten.

Von eigenthümlicher Construction ist die „Excelsior-Maschine" von Whigt u. Man. Die Nadel, welche mit einem 3 Zoll langen und 1 Zoll dicken Schafte versehen ist, dient zugleich als Nadelstange. Sie ist an einer vor der Kurbel der Hauptwelle mittels Excenter bewegten Leitstange befestigt und bewegt sich in einer über dem Stahlloche schwingenden Röhre vertikal auf und ab. Das Spiel der Nadel und der erwähnten Führungsröhre gleicht im Allgemeinen der Cylinder- und

Kolbenbewegung einer oscillirenden Dampfmaschine. Die Nadel wirkt zugleich als Schalter; während sie den Stoff durchdringt, schiebt sie denselben nach rechts; nach dem Austritte beschreibt ihre Spitze dann einen Bogen nach links bis zur nächsten Eintrittsstelle. Mittels einer Schraube kann der Oscillationspunkt der Führungsröhre höher und tiefer gelegt werden; dadurch wird der Halbmesser des von der Nadelspitze beschriebenen Bogens verändert, was eine Verlängerung oder Verkürzung der Stiche zur Folge hat. Unter der Platte schwingt eine gerade Nadel, welche die Oberfadenschlinge verkettet; ein Häkchen öffnet die Unterfadenkette, damit im folgenden Stich der Oberfaden seine Schlinge durch ihre Mitte legen kann.

Eine Doppelkettenstich-Maschine für Ziernäthe, zum Umrändern 2c. hat George Joseph Richardson in Philadelphia auf folgende Weise eingerichtet. Unter der Tuchplatte der mit einer auf und nieder gehenden Nadel arbeitenden Maschine liegt ein zweiter Nadelarm, welcher in einer schräg stehenden Ebene nach oben schwingt und an seinem Ende einen drehbaren Bolzen trägt, in welchem die untere Nadel befestigt ist. Diese Nadel ist gekrümmt und mit zwei Oehren an Spitze und Fuß versehen; der Faden schlingt sich von einem Oehr zum andern um die Nadel herum. An dem Nadelhalter ist ein Arm befestigt, welcher mittels Zugstange und Hebel, auf welchen letzteren eine Nuthscheibe wirkt, der Nadel eine Achsendrehung ertheilt. Die untere Nadel geht zunächst durch die Schleife des oberen Fadens, sodann durch das Zeug, und breitet nun oben eine Fadenschleife aus, durch welche dann die obere Nadel hindurchgeht. Die Stiche der oberen und unteren Nadel sind gegen einander seitlich verstellt; beim Einfassen von Rändern sticht die untere Nadel an der Kante des Zeuges vorbei. Die Transportirung geschieht durch einen Zeugdrücker, bestehend aus einer vertikalen, oben gezahnten Platte, welche mit einem vertikalen Schlitze drehbar und verschiebbar auf einem stellbaren Bolzen steckt. Auf der Unterseite wird sie von einem Kurbelzapfen bewegt.

Derselbe baut übrigens auch einfache Kettenstich-Maschinen zum Umrändern und Zusammennähen. Auch sind seine Maschinen noch mit besonderen Einrichtungen zur Transportirung schwerer Gegenstände, wie Teppiche 2c. ausgestattet. Für ganz

große und schwere Gegenstände, wie Segel, wird vor der Maschine ein Wagen angebracht, der eine mit Spitzen versehene Plattform trägt, und auf einer kleinen Eisenbahn ruht.

### 3. Doppelsteppstich-Maschine.

Die Maschinen dieser Classe zeichnen sich — eine richtige Spannung der beiden Fäden vorausgesetzt — durch größte Haltbarkeit der Nähte und dann auch durch sparsamen Fadenverbrauch aus. Zu einer Elle Naht braucht man nämlich zwei Ellen Faden und dazu noch dasjenige Quantum, welches im Stoffe selbst verborgen ist und von der Dicke desselben abhängt. Zur Herstellung einer ganz fest angezogenen Naht mit rundem, sogenannten „geperltem" Stich, auch im dicksten Stoff, Leder ꝛc. eignen sich besonders gut construirte Schiffchenmaschinen.

Als Muster dieser Maschinen ist die Howe-Maschine zu erwähnen. Die älteren Maschinen dieser Art sind mit einer ziemlich complicirten Radschaltung versehen, die neuerdings beseitigt worden ist. Statt daß früher ein Excenter das Rad vorwärts schob, ist jetzt ein abgestutzter Conus excentrisch auf die Achse gesetzt, welche diese Verschiebung besorgt. Durch Verrücken dieses Conus in Richtung der Welle kann man die Stichlänge beliebig ändern. Auch hat man die Howe-Maschine neuerdings mit Vierwegschaltung ausgeführt.

Um das Stichausbleiben zu verhüten, wird bei der Howe-Maschine der die Nadelstange führende Nadelkopf verstellbar gemacht, so daß eine dünnere Nadel näher an dem Schiffchen angebracht werden kann, als eine dicke. Das Schiffchen wird mittels eines an einem Gelenk befestigten Schlittens bewegt und trägt einen Stulp rückwärts, wodurch beim Retourgange eine Führung an der Spitze, wie andere Schiffchen haben, überflüssig wird.

Die Anziehung des Oberfadens wird direct von der Nadelstange ohne Hebelübersetzung vorgenommen und nur zum Wegheben des schlaffen Fadens beim Senken der Nadel ist an der Frontplatte ein Federchen angebracht.

Im Wesentlichen mit der Howe-Maschine übereinstimmend ist die Maschine von Weed in Nashua, Newhampshire.

Sehr weit verbreitet sind die Maschinen der Singer Manufacturing Company. Bei diesen findet die Schaltung von

oben durch Excenter und Nase am Ende der oberen Welle statt. Die Anziehung des Fadens wird nicht direct von der Nadelstange, sondern im Wesentlichen in folgender Weise bewirkt. Eine Feder hält den Fadenöhrhebel so, daß er immer bereit ist, den Faden zu spannen; von der Zeit an, wo das Fadenöhr die Stofffläche erreicht hat, bis das Schiffchen passirt ist, verhindert die Nadelstange, daß die Feder wirkt und den Faden fest um's Schiffchen spannt; nach Ablauf dieser Periode jedoch kann die Feder ihre Wirkung äußern, der Faden wird emporgeholt und die Nadelstange sorgt selbst dafür, daß am Ende jedes Nadelhubes der Hebel gleichviel Faden holt, was die Feder allein nicht im Stande wäre.

Aehnlich den Singer'schen sind auch die großen Maschinen von Charles Callebaut in Paris eingerichtet, deren Construktion jedoch als unschön getadelt wird. Die kleineren Maschinen dieses Hauses haben eine hohe Längswelle, welche mittels konischer Räder eine Verticalwelle in Bewegung setzt, deren unteres Ende mittels Kurbel und Stange des Schiffchen in der Längsrichtung der hohen Triebwelle — also nicht quer, wie bei den Singer'schen und Howe'schen Maschinen — in Bewegung setzt und die Schaltung von unten aus führt.

In Frankreich werden vorzugsweise Nähmaschinen mit einer hohen und einer tiefen Welle construirt. Diese Wellen tragen an ihren Enden Kurbelzapfen, die durch eine Stange mit einander verbunden sind; die obere Welle erhält die Rotation und theilt sie der unteren mit. Diese letztere trägt an ihrem anderen Ende einen vertikal schwingenden Arm, welcher das Schiffchen, und zwar gewöhnlich ohne Schlitten, bewegt. Die Schaltung wird bei den meisten dieser Maschinen von oben vorgenommen. Unter den Fabrikanten sind Plaz und Rexroth besonders zu erwähnen.

Eine französische Erfindung, von Marc Klotz herrührend, der auch recht billige Schiffchenmaschinen liefert, sind die Unterspülchenpatronen. Dieselben haben die Einrichtung, daß der Faden — ähnlich wie bei Spagatknäueln — von Innen heraus abläuft. Dadurch wird jede Spannungsveränderung im Schiffchen, welche in Folge einer Veränderung des Spuledurchmessers oder des Abwickelungswinkels eintreten könnte, vermieden. Auf der anderen Seite ist aber freilich der

Gebrauch dieser Patronen, welche durch Maschinen hergestellt werden, deshalb unbequem, weil man genöthigt ist, sich Vorräthe davon einzukaufen.

Eine Ueberwendlingsnaht-Maschine, welche mit gewöhnlicher Nähnadel einen der Handarbeit ganz gleichen Ueberwendlingsstich liefert, hat die französische Firma Lafontaine u. Froment construirt.

Ferner ist von Maschinen, die für besondere Zwecke arbeiten, zu erwähnen die Ledernähmaschine von Finet u. Comp. Dieselbe näht mit Pechfaden — völligem Spagat — doppeltes Sohlenleder, und zwar nicht blos, wie mehrere schon in London im Jahre 1862 ausgestellte Ledernähmaschinen, mit Kettenstich, sondern mit Doppelsteppstich.

Bemerkenswerth sind ferner die Näh- oder richtiger Stickmaschinen von Hugand. Der Arbeiter legt bei dieser Maschine den Stoff auf eine 1½ Fuß im Durchmesser haltende runde, bewegliche Scheibe, und berührt ihn gar nicht weiter, sondern näht alle, auch die allerkleinsten Wendungen durch einfaches Drehen der Scheibe. Auch die feinsten Stoffe werden dabei nicht zusammengezogen und können ebenso vollkommen nach der Zeichnung gestickt werden, wie starke und grobe. Eine solche Maschine macht fünferlei verschiedene Stiche mittels Häkelnadeln, mit einer, zwei, ja selbst drei knapp neben einander gestellten Nadeln (also Parallelnähte auf einmal) mit Kettenstich, Soutache aufnähend u. s. w. Sie näht Wollfaden auf, welchen sie selbst in knapp aneinander gereihte Wellenlinien legt, z. B. mit drei Kettenstichreihen, und zwar so, daß der Wollfaden auf der einen Seite ½, auf der andern drei Millimeter weit vorragt; endlich näht sie noch einen neuen Stich mit zwei Fäden, die auf der einen Seite schnürchenartig in einander gedreht erscheinen, auf der andern Seite aber wie ein mit doppeltem Faden genähter Kettenstich aussehen, was ein sehr schönes Ansehen hat, besonders, wenn die Fäden verschiedene Farbe haben, weil stets dieselbe Farbe die innere Kette bildet, und die äußeren Ketten von einander trennen, so daß letztere dazwischen wie isolirte Winkel erscheinen.

Natürlich ist die Einrichtung dieser Maschinen eine ziemlich verwickelte; dessenungeachtet ist ihr Preis (600 Franken

— 160 Thaler und für größere 800 Fr.) im Verhältniß zu ihren Leistungen nicht zu hoch.

Unter den englischen Schiffchenmaschinen sind zunächst diejenigen von R. E. Simpson u. Comp. in Glasgow zu erwähnen. Sie haben eine tiefere Querwelle und Schaltung von unten. Ihnen ähneln in der Construktion die Maschinen der Europäischen Nähmaschinen-Compagnie; doch ist bei diesen die Querwelle bedeutend höher, und nicht blos der Nadelstangenarm, sondern auch der das Schiffchen bewegende Hebel trägt eine Herzcurve. Die Maschinen von W. F. Thomas u. Comp. in London haben dagegen eine in der Höhe der Tuchplatte liegende Querwelle. Statt der Herzcurven an den Hebeln sind Frictionswellen angebracht, die in entsprechenden Scheibencurven laufen, welche sich innen an den großen Triebrädern befinden. Der Gang dieser Maschinen ist zwar etwas schwer und geräuschvoll, aber die von ihnen gelieferte Naht hat auch in kleinen Wendungen ein hübsches Ansehn. Sie werden in verschiedenen Größen, als Handmaschinen, in mittleren Dimensionen und für Sattlerarbeit und Segeltuch-Näherei passend gebaut. Dieselbe Firma liefert auch Maschinen, auf denen durch automatisches Rücken des Nadelstangen-Lagerkopfes bei jedem zweiten Stiche eine Art Ueberwendlingsnaht für Lederarbeiten gemacht werden kann, ähnlich der Arbeit, welche die Handschuh-Nähmaschine von Henrichsen in Kopenhagen liefert.

Die Maschinen von Wanzer haben im Wesentlichen den Bewegungsmechanismus von Wheeler u. Wilson, aber es ist bei ihnen nicht das Greifer-, sondern das Schiffchensystem in Anwendung gebracht.

A. von Gasteiger in Innsbruk hat das Schiffchensystem, natürlich mit bedeutenden Modificationen, auf die Maschine von Willcox u. Gibbs übertragen. Die Nadelbewegung ist ähnlich, wie bei der letzteren Maschine angeordnet, dabei wird aber durch die tiefe Längswelle ein in vertikaler Ebene schwingender Schiffchentreiber mittels excentrisch angebrachten Zapfens bewegt. Das Schiffchen ist frei in der Bahn und kann rasch aus- und eingelegt werden. Die Fadenanziehung wird durch einen Flügel an der Triebradkurbel ohne Lärm vorgenommen; auch die Schaltung arbeitet dauerhaft, einfach und

ganz lautlos, wie denn der Verfertiger überhaupt auf einen ruhigen Gang der Maschine bei guter Leistung sein Hauptaugenmerk gerichtet hat. Auch ist bei der Anordnung dieser Maschine der Stoß beseitigt, welcher bei anderen Construktionen durch das Stehenbleiben der Nadel während des Schiffchenlaufens entsteht und der eine bedeutende Abnutzung zur Folge hat.

Handnähmaschinen für Doppelsteppstich, bei welchen Nadel und Schiffchen durch zwei parallele, über und unter der Nähplatte liegende Wellen bewegt werden, haben neuerdings Ira Dimock in London und James Gresham in Manchester construirt. Das Schiffchen wird bei diesen Maschinen von einem Schiffchentreiber bewegt, welcher entweder um eine am Gestell festgeschraubte Achse oscillirt, oder auch seine Bewegung direct von der unteren Welle empfängt, die zu diesem Zwecke von der obern mittels Excentric in schwingende Bewegung versetzt wird. Die Zeugschiebung erfolgt von einen hin und hergehenden Transporteur, welcher auf einem festen Zapfen gleitet und oscillirt und, je nachdem die untere Welle rotirt oder oscillirt, in verschiedener Weise bewegt wird. Zur Erreichung eines festen Standes der Handmaschinen auf den Tischen und um letztere nicht zu beschädigen, sind die Fußplatten mit vorspringenden Gummiplatten versehen; auch werden die Maschinen, um eine sichere Befestigung in den Kästen zu bewirken, nicht von oben, sondern von der Seite eingesetzt, wobei die Ränder der Fußplatte unter feste Leisten zu liegen kommen.

Gleichfalls mit einem oscillirenden Schiffchentreiber versehen ist die Nähmaschine von John Nathaniel Tarbox in Hamilton; die Bewegung dieses Schiffchentreibers erfolgt durch die Unterwelle mittels Kurbel, Zugstange und Hebel. Der Arm schwingt in vertikaler Ebene; das Schiffchen wird an seinen Platz von vorn her der Länge nach eingeschoben und am Herausfallen durch eine drehbare Klappe verhindert.

William Taylor in London benutzt zur Regulirung der Spannung des Schiffchenfadens eine dünne Walze, welche längs der Schiffchenspule gelagert und quer durchbohrt ist. Durch diese Bohrung geht der Faden hindurch und wird nun durch Drehung der Walze mehr oder minder um dieselbe geschlungen. Die Walze ragt am Ende des Schiffchens mit einem vierseiti-

tigen Zapfen hervor und läßt sich mit einem Schlüssel drehen. Die Bewegung des Zeugschiebers wird bei der Taylor'schen Maschine folgendermaßen bewerkstelligt. Die Zeugschieberplatte, welche sich mit einem Schlitze auf einem Zapfen dreht und schiebt, steht mit einer ebenen Kante auf einem Excentric auf der Unterwelle auf, welche sie hebt und senkt; von einem Zapfen an ihr hängt lose ein Hebel herab, so daß er ein zweites Excentric berührt. Dieser Hebel stemmt sich in der Mitte gegen einen verstellbaren Anhalt am Maschinengestell, so daß er bei Drehung der Maschinenwelle den Schieber bewegen kann. Der Anhalt dient, indem er dem Drehpunkte des Hebels mehr oder weniger genähert wird, als Regulator für die Stichlänge. Das Schiffchen wird durch einen oscillirenden Treiber in einer elliptischen Bahn bewegt, indem der Treiber sich auf einem Kurbelzapfen dreht und zugleich um den Zapfen eines beweglichen Gegengelenkes schwingt. Bei Nähmaschinen, welche auf einen Tisch gesetzt werden sollen, bringt Taylor ein unter dem Tische liegendes Rädchen an, um damit mit Hilfe eines Riemens die Maschine zu treiben. Dasselbe ist in einem am Maschinengestell angebrachten krummen Arme gelagert, welcher zugleich als Schraubzwinge zum Befestigen der Maschine dient und beim Nichtgebrauch der Maschine in die Höhe geschlagen wird, so daß die Maschine dann nicht mehr Platz einnimmt, als ohne denselben.

Sidney Mason Tyler in Brooklyn hat die Bewegung der Nadel durch passende Form der Nuth, welche die Nadelstange führt, derartig regulirt, daß die Nadel rasch in das Zeug und aus demselben herausgeht, aber sowol im höchsten als auch im tiefsten Punkte eine Weile stillsteht. Ebenso läßt er die Schiffchenbewegung langsam zu Ende gehen, indem der oscillirende Hebel, welcher mittels einer Zugstange das Schiffchen bewegt, am Ende des Schiffchenlaufes im todten Punkte steht. Dadurch, daß dem Schiffchen längere Zeit zum Passiren der Fadenschlinge, und dieser wieder zum Anziehen des Unterfadens gewährt wird, soll eine bessere Naht erzielt werden.

Die Nähmaschinen von Albin Warth und Eberhard Faber in Newyork sind dadurch bemerkenswerth, daß man auf ihnen nach Belieben Stepp- oder Kettenstich nähen kann. Die wesentliche Einrichtung derselben ist folgende:

Der Nadelschieber besteht aus zwei Theilen, von denen der obere geradlinig auf und nieder geht, der untere aber mittels eines Gelenkes an demselben hin und her schwingt. An der Rückseite des letzteren Theiles befindet sich eine Frictionsrolle, welche in einem passenden Schlitze des Trägers so geführt wird, daß die Nadel, kurz bevor sie den tiefsten Stand erreicht, den Vorschub des Zeuges bewirkt; kurz vor Beendigung des Hubes nimmt sie wieder die ursprüngliche Lage an. Das Zeug liegt dabei auf einer aus der Stichplatte ein wenig hervorragenden glatten Rolle, auf welche es durch ein federndes Füßchen niedergedrückt wird, das am Nadelschieber befestigt ist und so den Vorschub der Nadel unterstützt. Der obere Faden kommt von einer vertikal stehenden, im Innern einer Hohlkugel befindlichen Spule und geht zunächst über einen besonderen Spannapparat, bestehend aus zwei scharnierartig verbundenen Stangen, die mit hervorstehenden Stiften rechenartig besetzt sind; indem man den Faden zwischen den beiden Stiftreihen durchführt, und das Scharnier mit Hilfe eines Laufgewichtes und eines Anschlages mehr oder weniger zusammenklappt, so daß die Stifte beider Reihen zwischen einander eintreten, nöthigt man den Faden, mehr oder weniger starke Wellenlinien zwischen den Stiften zu beschreiben und dadurch mehr oder weniger Spannung anzunehmen. Von da läuft der Faden durch ein festes Oehr am Gestell aufwärts über eine glatte Rolle am Nadelschieber und durch ein zweites, am Schieber befestigtes Oehr nach der Nadel. Der untere Faden ist in einem keilförmigen Schiffchen auf einer flachen Spule aufgewickelt, die durch eine gegen den Faden drückende Feder gebremst wird; zur Regulirung der Spannung geht der Faden ein oder mehrere Mal über einen im Schiffchen angebrachten Draht und durch ein Paar an der Seite desselben angebrachte Löcher. Um es leichter zu machen, ist das Schiffchen am Boden durchlöchert. Soll Kettenstich genäht werden, so wird dieses Schiffchen durch ein anderes ersetzt, welches mit einem Haken zum Fangen der Schleife versehen ist.

Die Erfinder haben auch Einrichtungen getroffen, um kreisförmige und wellenförmige Nähte bequem herstellen zu können. Für erstere verwenden sie ein stellbares Centrum, um welches sich das Zeug dreht, zu letzterem Zwecke

bedienen sie sich eines Zeugführers, bestehend aus drei in einem Querstück befestigten Stäbchen, zwischen denen das Zeug durchgehen muß und der mittels Excentric hin und her bewegt wird.

Es mag gleich an dieser Stelle mit erwähnt werden, daß Warth und Faber ihre Erfindungen nicht blos auf Schiffchenmaschinen, sondern auch auf das Greifersystem angewandt haben.

Auch bauen dieselben Nähmaschinen für Doppelsteppstich mit rotirendem Schiffchen. Das letztere bewegt sich auf einer geschlossenen kreisförmigen Bahn und wird durch einen Schiffchentreiber geführt, der an einer in der hohen Hauptwelle steckenden Welle befestigt ist. Werden beide Wellen zusammengekuppelt, so entsteht der Doppelsteppstich; wird aber die Verbindung gelöst, so wird durch eine Parallelwelle und zwei Räderpaare bewirkt, daß das Schiffchen die Fadenschlinge zweimal passirt und es wird dadurch ein dreifacher Steppstich erzeugt, der besonders haltbar ist und namentlich für schwerere Arbeiten sich eignet. Der Nadelschieber ist, um dem Schiffchen die zum zweimaligen Passiren der Schlinge nöthige Zeit zu lassen, von oben herein lang geschlitzt, so daß sich die Nadel etwas heben kann ohne die Schleife zu verengen.

Diese letztere Maschine ist auch zum einfachen nnd doppelten Kettenstich eingerichtet worden, indem an der unteren Welle passende Fadenführer angebracht worden sind.

Um die Kurbel des Schwungrades beim Anhalten in die richtige Stellung zu bringen, so daß letzteres stets durch den Fußtritt allein in die gehörige Bewegung gesetzt werden kann, sind Daumen auf die Welle aufgesetzt, gegen welche Federn drücken, die dem Rade seine richtige Stellung geben. Die Schnur- und Riemenrollen sind aus Gummi mit Lederüberzug; die Gummischeiben werden zwischen Platten eingepreßt, und durch Anziehen und Lösen einer Schraubenmutter kann man die Durchmesser verändern.

Verschiedene Verbesserungen an den Nähmaschinen hat Elias Howe jun. zu Fairfield, Connecticut, erfunden.

Die Führung für den Nadelschieber ist mit dem Gestell der Maschine mittels eines Bolzens verbunden, welcher in einer cylindrischen Bohrung sich aus- und einschieben und ein Wenig

drehen läßt. Hierdurch läßt sich die genaue Einstellung verschieden dicker Nadeln nach der Vorderfläche des Schiffchens bewerkstelligen.

Die Spannung des Nadelfadens wird durch eine gezahnte Scheibe bewirkt, deren Zähne abwechselnd rechts und links gebogen sind und auf diese Weise eine Rinne bilden, in welche der Faden zu liegen kommt; der Widerstand dieser Scheibe wird durch Filzscheiben und Schraubenfeder regulirt. Der Faden läuft von der Scheibe über den umbogenen Rand einer zweiten Scheibe, umschlingt die erstere einmal und geht sodann zur Nadelstange. Alle Augen, durch welche der Faden geht, sind geschlitzt, um denselben leicht einbringen zu können. Am untern Ende der Nadelstange führt ein Auge den Faden ganz an den Nadelschaft heran, um auf diese Weise die Erschütterungen zu vermeiden, welche bei der gewöhnlichen Einrichtung aus dem Seitenzuge des Fadens hervorgehen und die bei harten Stoffen leicht ein Abbrechen der Nadel bewirken.

Die Schiffchenspule liegt in einem Spulhalter mit elastischem Rücken und nach außen weiter aus einander stehenden Enden, welche unter die entsprechend überhängenden Endflächen der Schiffchenhöhlung eingreifen und so der Spule festen Halt verschaffen. Der Faden geht zuerst über eine mit dem Schiffchenhalter verbundene Stange durch ein Auge an der Spitze des Schiffchens, dann unter einer Feder durch und durch ein Auge derselben heraus; durch eine kleine Schraube kann man die Spannung dieser Feder reguliren. Das Auge am Ende der Feder ist geschlitzt und letztere hier nach Innen gebogen um den Faden am Verlassen des Auges zu hindern.

Zur Bewegung des Transporteurrades wird ein Hebel benutzt, welcher auf die verlängerte Nabe des Rades frei aufgesteckt ist und den eine Feder stets an sein Excentric andrückt. Dieser Hebel wirkt mit einem Arme auf einen an einer Feder befindlichen geschlitzten Backen, welcher unter seinem Einflusse sich an dem vorspringenden Rande des Transporteurs klemmt und denselben mitnimmt; die Feder führt den Backen dann frei zurück.

Zum Nähen cylinderförmiger und ähnlicher hohler Gegenstände dienen die Cylinder- oder Armmaschinen, deren

schon kurz gedacht worden ist. Sehr schwere Maschiner dieser Art hat u. A. Elias Howe construirt; sie sind besonders zum Nähen von Lederröhren brauchbar.

Abraham Bowen in Birmingham hat eine derartige Maschine mit folgender Einrichtung construirt. Die oben liegende Hauptwelle bewegt mittels zweier am hintern Ende nach entgegengesetzter Richtung angebrachter Daumen einen doppelarmigen Hebel auf und ab, an welchen rechtwinklig ein langer abwärts gerichteter Arm angesetzt ist, der mittels Zugstange das Schiffchen parallel zur Hauptwelle bewegt. Ein dritter Daumen wirkt auf einen abwärts gehenden, am Gestell gelagerten Hebel, welcher wieder einen zweiten, unter dem Cylinder gelagerten Hebel treibt, an dessen vorderem Ende sich der Transporteur in Gestalt einer um den Cylinder herum greifenden Platte befindet. Diese Platte hat zum Durchlassen der Nadel einen Schlitz. Beim Rückgange des Transporteurs muß der Druck des Zeugdrückers aufgehoben werden; dies geschieht durch einen Daumen am vorderen Ende der Hauptwelle, welcher im geeigneten Momente den Zeugdrücker hebt.

Eine andere hier gehörige Maschine ist die Cylindermaschine von Jones. Mit dieser ist es dem Schuhmacher, Sattler rc. möglich, Arbeiten auszuführen, welche bisher sowol für gewöhnliche Nähmaschinen, als auch für Cylindermaschinen, z. B. die von Howe, zur Unmöglichkeit gehörten. Dieselbe näht 2 Linien dickes Leder mit derselben Accuratesse, wie das feinste Zeugschäftchen. Charakteristisch für diese Maschinen sind besonders zwei Bestandtheile. Zunächst der ungefähr 8 Zoll lange Arm oder Cylinder, an dessen äußerstem Ende oder Kopf das Schiffchen durch eine Zahnstange in eine halbmondförmige Bewegung versetzt wird. Der Cylinder ist so beschaffen, daß auch ein mittelgroßer Kinderschuh bequem darauf gesteckt werden kann. Damit der am Cylinder befindliche geschlossene Gegenstand beliebig gedreht werden könne, ist da, wo sich bei anderen Maschinen der Stoffdrücker und der Nadelhalter befindet, ein höchst sinnreicher Mechanismus, in Form eines zweiten Cylinders angebracht, welcher halbkreisförmig nach jeder beliebigen Richtung gestellt werden kann; in demselben ist zugleich der Transporteur enthalten. Diese Vorrichtung macht es z. B. dem Schuhmacher möglich, an getragenen Schuhen in wenig

Minuten neue Gummizüge, Riemchen, Vorderblätter und Verzierungen aufzunähen. Um auch nicht geschlossene Gegenstände, wie Pferdedecken, Möbelstoffe ꝛc. auf der Maschine verarbeiten zu können, ist dieselbe so eingerichtet, daß man einen genau über den Cylinder anschließenden Tisch einschieben kann.

Sowie die Schiffchenmaschine vielfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren haben, so hat der Scharfsinn der Erfinder auch mit den Doppelsteppstichmaschinen, bei denen das Greifersystem in Anwendung kommt, sich beschäftigt. Die beste Maschine dieses Systemes dürfte die von Wheeler und Wilson sein, die vielfach sehr gut nachgeahmt wird, z. B. von Pollak, Schmidt u. Co. in Hamburg.

Nach demselben Systeme gebaut, aber mit wesentlichen Vereinfachungen versehen ist die Maschine von Jackson u. Comp., die bei flüchtiger Betrachtung der Willcox'schen ähnelt. Dieselbe empfiehlt sich auch durch ihren niedrigen Preis.

Von neueren Anordnungen und Verbesserungen mögen folgende erwähnt werden.

Charles Grosby in Newhaven und John Schenck in Newyork befestigen den rotirenden Greifer nicht, wie Wheeler und Wilson es thun, an der Hauptwelle, sondern sie legen ihn in eine feststehende, ringförmige Führung und treiben ihn mittels eines Mitnehmers, der zwei in Vertiefungen des Greifers eingreifende Zinken trägt. Die Mitnehmergabel ist aber nicht fest an der Welle, sondern oscillirt um einen Bolzen senkrecht zur Ebene der Zinken, wodurch dem oberen Faden Raum gegeben wird, um sich über den Greifer und die inliegende Spule wegzuziehen. Zur Zeugverschiebung verwenden sie einen gezahnten Zeugschieber in Verbindung mit einem beweglichen Zeugdrücker, dessen Bewegung von der Zeugschieberscheibe aus besorgt wird. Im Momente des Transportirens, und während die Nadel aufgeht, drückt derselbe fest auf das Zeug und verschiebt es mit dem Zeugschieber zugleich; sonst hebt ihn eine Feder vom Zeuge ab, so daß dieses leicht regulirt werden kann.

J. Sewell Mc Curdy in Brooklyn befestigen den Greifer ebenfalls nicht an der Welle, sondern legen ihn in eine ringförmige Führung, welche ihn gegen die Frontplatte der Maschine hält; durch einen Mitnehmer an der Welle wird er umgedreht. Dieser

Greifer bildet einen zerschnittenen Ring, welcher in der Nähe des zugespitzten Endes, womit er in die Schleife tritt, noch eine Einkerbung hat, um damit die Schleife mitnehmen, erweitern und über die Spule wegziehen zu können. Letztere ist von geringerem Durchmesser als die Höhlung des Ringes und viel dicker als gewöhnlich, um viel Garn aufnehmen zu können. Sie wird von dem erwähnten Ringe in etwas schräger Stellung gehalten. Eigenthümlich ist bei dieser Maschine auch die Vorrichtung zur Stichstellung. Der Vorschub des Zeugschiebers wird von dem Rande einer hohlen Büchse bewirkt, welche auf das hintere Ende der Hauptwelle aufgeschoben ist. Eine Stellschraube schiebt sie mehr oder weniger in der Achsenrichtung fort, eine Feder drängt sie zurück. Der Rückgang des Zeugschiebers wird durch einen festen Anschlag begrenzt.

Um den Treibriemen stets gespannt zu halten, läuft er in schiefer Richtung nach der Rolle an der Hauptwelle; das Gestell der Maschine läßt sich auf dem Tische verschieben und durch eine Preßschraube festhalten, sobald der Riemen die richtige Spannung hat.

Die Maschinen von John Page Hubbard zu Dawlish und Charles Adams zu Exeter haben horizontale Greifer. Ein solcher Greifer bildet eine flache cylindrische, unten abgerundete Büchse, die an der Seite einen Einschnitt hat, welcher den Haken zum Erfassen der Schleife bildet. Derselbe liegt lose auf einer Platte, welche von einer vertikalen Welle getragen wird, und schließt den Unterfaden in sich, welcher durch ein enges Loch in der Mitte der Decke nach außen tritt. Die Transportirung erfolgt von oben, und zwar läßt sich der ganze Transportirapparat um die Nadelstange als Centrum drehen, und somit das Zeug nach beliebiger Richtung verschieben.

George Lynden Jenks hat den Greifer ebenfalls horizontal angeordnet; er läßt ihn aber nicht continuirlich rotiren, sondern ertheilt ihm mittels Getriebe und Zahnstange eine hin und hergehende Bewegung. Dabei geht der Haken desselben an der Innenseite der krummen Nadel vorbei, deren Oehr in der Ebene der Schwingung liegt. Um das Anziehen der Schleife zu bewirken, läuft der Faden von dem Spannapparate aus erst über einen Kurbelzapfen an der Hauptwelle, wodurch

er abwechselnd angezogen und wieder frei gelassen wird. Die Spule wird an ihrem Platze auf dem Greifer durch einen Drücker festgehalten, welcher an seinem Ende einen abgerundeten Zapfen trägt, mit welchem er in ein Grübchen in der Mitte der Spule eingreift. In dem Augenblicke, wo die Schleife über die Spule weggleitet, hebt sich der Drücker durch die Wirkung eines auf der Triebwelle steckenden Excentrics.

Eine Specialität im Gebiete der Nähmaschinen, die erst in den letzten Jahren zu der für die Praxis nöthigen Vollkommenheit ausgebildet worden, sind die

## Knopfloch-Maschinen.

Jede solche Maschine arbeitet mit zwei Fäden, gewöhnlich wird aber noch ein dritter eingenäht. Die durchschnittliche Leistung ist 400 bis 500 Knopflöcher täglich. Diese Maschinen arbeiten zum Theil so, daß der Stoff vom Arbeiter dirigirt werden muß; bei einer Anzahl derselben wird aber der Stoff in einer Art Gabel gehalten, welche mit ihm die nöthigen Wendungen, unabhängig von der lenkenden Menschenhand, vornimmt. Damit die Nadel beim Annähen eines Knopfloches einmal im Stoffe und dann im Loch sich hebt und senkt, wird entweder der Stoff bewegt und die Nadel geht an derselben Stelle auf und ab, oder die Nadel selbst verschiebt sich ruckweise bei jedem zweiten Stiche.

Während andere Knopfloch-Maschinen den gewöhnlichen Nähmaschinen ziemlich ähneln, haben Wheeler und Wilson in Newyork eine derartige Maschine von ziemlich abweichender Einrichtung construirt, die sehr schön arbeitet und 1867 in Paris mit der goldenen Metaille prämiirt wurde. Bei dieser Maschine arbeitet die Nadel von unten nach oben. Der ganze, auf einer eignen Tuchplatte angebrachte Mechanismus erhält seine Bewegung durch eine auf die Hauptwelle aufgesteckte Excentricwalze, welche bei jedem ersten, dritten, fünften Stiche u. s. w. eine Bewegung des Stoffes in der Richtung gegen den Arbeiter, beim zweiten, vierten, sechsten 2c. aber in der entgegengesetzten Richtung vornimmt. Zu dem Zwecke ist um den Umfang der Walze eine schiefe, gekreuzte, endlose Nuth angebracht, welche einen gabelartig in ihr laufenden Führungsstift zu der angegebenen Bewegung zwingt. Der mit dem Knopf-

loche zu versehende Stoff wird auf der Stichplatte festgespannt, und die Nadel erzeugt unter der Schnürcheneinlage äußerst enge Stiche quer gegen die Knopflochrichtung. Ist auf diese Weise das halbe Knopfloch genäht, so werden mehrere solche, doppelt so lange Stiche gemacht; dann wendet der Arbeiter die Platte, näht die andere Knopflochseite und verbindet schließlich abermals durch einige größere Stiche beide Seiten. Wenn man den Stoff von der Platte herunter genommen hat, wird das Knopfloch aufgeschnitten, wobei man sich allerdings sorgfältig hüten muß, Stiche zu verletzen.

John Alfond House und Henry Alonzo House zu Brooklyn haben zum selbstthätigen Nähen von Knopflöchern mit der Wheeler und Wilson-Maschine folgende Einrichtung getroffen. Auf der Nähplatte der Maschine liegt eine zweite Platte, welche sich um einen Bolzen am linken Ende hin und her drehen läßt. Das rechte Ende bildet eine kreisförmige Scheibe mit centraler Oeffnung, welche die Drehungsachse für eine zweite aufgelegte Platte bildet. Auf dieser Platte ist noch ein Schlitten gelagert, welcher in der Mitte mit einem länglichen, den Dimensionen des größten zu nähenden Knopfloches entsprechenden Schlitze versehen ist. Durch den Schlitz hindurch ragt ein kleines Plättchen, welches ein Loch zum Durchgange der Nadel hat. Beim Nähen der geraden Seite des Knopfloches wird der erwähnte Schlitten durch eine Schraube geradlinig verschoben, welche in der oscillirenden Platte gelagert ist, und mittels eines Stirnrades von der Hauptwelle bewegt wird. In diese Schraube greift eine auf dem Schlitten mittels eines federnden Armes befestigte Halbmutter ein; eine andere am entgegengesetzten Ende des Schlittens befestigte Halbmutter dient zum Nähen der zweiten Knopflochseite. Sobald die erste gerade Seite genäht ist, wird die Schraubenmutter ausgerückt und die Schlittenunterlage mittels eines Handhebels um einen Halbkreis gedreht, um die Rundung des Loches zu nähen. Damit die Nadel abwechselnd durch das Zeug und durch den Schlitz des Knopfloches geht, erhält die unterste Platte eine kleine Oscillationsbewegung um den Zapfen, der sie mit der Tuchplatte verbindet. Zu dem Zwecke liegt parallel zur Hauptwelle eine Gleitstange unter der Platte, die durch eine Nuthtrommel hin und herbewegt wird. In der Mitte ist sie

mit einer Oeffnung versehen, welche von dem breiten Ende eines Hebels bedeckt wird, in welchem ein vom Drehpunkte an beginnender Schlitz angebracht ist. Durch diesen Schlitz ragt nun ein an der Nähplatte befestigter Zapfen; stellt man durch Hebeldrehung den Schlitz in angemessener Weise schräg, so läßt sich dadurch eine passende Transversalbewegung des Zeuges bewirken. Die Befestigung des Zeuges auf dem Schieber erfolgt durch eine Schraubklemme, welche in eine breite geschlitzte Platte ausläuft und durch eine Feder stets vom Tuche abgedrückt wird.

Es sind auch Einrichtungen getroffen, um das ganze Knopfloch vollenden zu können, ohne daß man nöthig hat, das Arbeitsstück zu drehen.

## Die Strick-Maschine.

Seitdem die Nähmaschinen sich in den Familien und im Gewerbebetrieb eingebürgert und überhaupt eine alle früheren Erwartungen weit übertreffende Verbreitung gefunden haben, sind auch mehrfache, mehr oder minder gelungene Versuche zur Construktion von Strickmaschinen gemacht worden.

Schon vor vier Jahren wurde von Georg Crespel in Bockenheim bei Frankfurt a. M. auf der internationalen Ausstellung in Cöln eine derartige Maschine gezeigt, welche viel Interesse erregte. Dieselbe war nach Art der Rundstühle gebaut, ließ sich an einen Tisch anschrauben und war leicht zu handhaben. Aber einen durchgreifenden Erfolg hat sie nicht erringen können, ebensowenig wie eine später von Dalton construirte ähnliche Maschine. Mag auch die Schuld dieses Mißerfolges theilweise in der Abneigung gegen Neuerungen liegen, der man namentlich in Familienkreisen so oft begegnet, so sind doch in erster Linie verschiedene Mängel, welche diesen Maschinen noch anhafteten, als das Hinderniß ihrer weiteren Verbreitung zu bezeichnen. Das Stricken mit mehr oder weniger Maschen war zwar möglich, aber nur innerhalb enger Grenzen; auch mußte der Anfang einer Arbeit immer mit der Hand gestrickt werden, und wenn aus dem röhrenförmigen Produkt, welches die Maschine geliefert hatte, ein Strumpf werden sollte, so mußten Ferse und Fuß durch Handarbeit angestrickt werden.

Vollkommener ist nun ohne Zweifel die neue, sogenannte

amerikanische Strickmaschine, mit der wir uns hier beschäftigen wollen. Dieselbe steht ihrer Anordnung nach zwischen den linearen Wirkstühlen und den Rundstühlen, indem die Stellung der Nadeln sie den ersteren zuweist, während sie doch zur Herstellung cylinderförmiger Arbeiten dient. Ihre Erfindung wird gleichzeitig von Buxtorf in Paris, welcher auf der letzten Weltausstellung eine nach diesem System gebaute Maschine, den Tricoteur-Omnibus, vorzeigte, und von Lamb in Newyork, dessen Knitting-machine ebenfalls auf der Pariser Ausstellung zu sehen war, in Anspruch genommen. Beide haben sich später vereinigt und Buxtorf construirt unter der Bezeichnung Tricoteuse Franco-Americaine eine im Wesen ganz mit der Lamb'schen übereinstimmende Maschine. Für die Lamb Knitting-machine manufacturing Company, Chicopec Falls, hat die Firma Birnatzki u. Co. in Hamburg die Generalagentur für Deutschland.

Was nun die Art und Weise betrifft, wie die Maschine arbeitet, so ist dieselbe nicht unwesentlich verschieden von der gewöhnlichen Handarbeit des Strickens. Bei letzterer wird bekanntlich der Faden durch eine größere Anzahl von Schlingen oder Maschen auf mehrere Nadeln — beim Stricken eines Strumpfes gewöhnlich auf vier — aufgereiht und von denselben gehalten. Mit einer anderen Nadel zieht man dann neue Maschen durch die bereits vorhandenen, nimmt diese dabei von der Nadel, auf welcher sie erst aufgereiht waren, ab und bringt die neuen Maschen auf die arbeitende Nadel. Auf diese Weise wird allmälig die eine der früher zum Festhalten der Maschen dienenden Nadeln frei und dient nun ihrerseits als arbeitende Nadel dazu, durch die Maschen der nächsten Nadel neue Maschen zu ziehen und diese aufzunehmen.

Die Handstricknadel bildet also nach einander Maschen, welche in einer Reihe neben einander liegen.

Anders ist es bei der Strickmaschine. Hier ist für jede der Maschen, die in einer Reihe neben einander liegen, eine besondere Nadel vorhanden, und jede solche Nadel bildet nun alle diejenigen Maschen, welche in einer Reihe unter einander liegen.

Die Nadeln haben bei der Lamb'schen, sowie auch bei der Crespel'schen Strickmaschine die in Fig. 31 in natürlicher Größe

dargestellte Form. Es sind Klappennadeln, bestehend aus dem geraden Theile n, welcher vorn den Haken h trägt, von welchem der Faden aufgenommen wird, und einer löffelförmigen, um einen Stift drehbaren Klappe k, welche durch Auflegen auf den Haken, wie die Figur es darstellt, den Faden abschließt, aber auch rückwärts auf den Nadelkörper sich niederlegen läßt, wie die punktirte Linie dies andeutet.

Fig. 31.

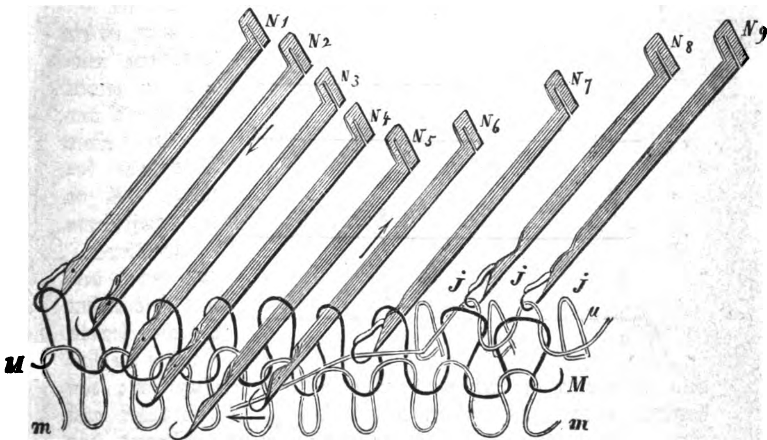


Wir wollen nun mit Benutzung der Fig. 32 die Arbeit der Strickmaschine von Lamb etwas näher betrachten. Wir sehen hier eine Reihe von Nadeln $N_1$ bis $N_9$. Die Nadel $N_1$ ist in der Ruhelage, bei ihr ruht die alte Masche M in dem Häkchen. Die folgenden Nadeln $N_2$ bis $N_5$ sind im Vorwärtsgehen begriffen, und zwar ist $N_2$ am wenigsten, $N_5$ am weitesten vorwärts gegangen. Bei dieser Verschiebung der Nadeln werden durch einen eigenen Mechanismus, den Nadelöffner, die Klappen der einzelnen Nadeln zurückgelegt; in Folge dessen können die Maschen auf den vorwärtsgehenden Nadeln zurückgleiten und kommen schließlich hinter die Klappe zu liegen. Zugleich wird den vorgeschobenen Nadeln durch die Fadenleitung neuer Faden ($\mu$) zugeführt, den sie, wie $N_6$ dieses zeigt, mit den Haken erfassen. Damit dieser Faden sich wellenförmig krümmt, sind zwischen den einzelnen Nadeln besondere Drahtöhsen J angebracht. Geht nun die Nadel zurück, wie dieses bei $N_8$ der Fall ist, so schiebt die auf ihr liegende Masche sich unter die Klappe, legt diese um, schließt auf diese Weise die neue Masche ab und gleitet schießlich über dieselbe herab.

Im Wesentlichen ebenso arbeitet auch die Crespel'sche Maschine. Bei den gewöhnlichen Wirkstühlen, sowie auch bei der Dalton'schen Strumpfmaschine sind aber einfachere Nadeln in Anwendung. Dieselben haben blos vorn eine Umbiegung h (siehe Figur 33) die sich leicht in eine Kerbe der Nadel eindrücken läßt und dann der Masche gestattet, über sie herabzugleiten, wodurch das Stricken möglich wird. Die Arbeit einer solchen Nadel ist in Fig. 33 in A, B und C dargestellt, wo a die alte, n die neue Masche bedeutet. J. Zeman, Assistent

am Prager Polytechnicum, dessen Arbeit über die Lamb'sche Strickmaschine[1] dieser Darstellung als Grundlage dient, hat darauf aufmerksam gemacht, daß solche einfache Nadeln vielleicht einen zweckmäßigen Ersatz für die complicirteren und schwieriger herstellbaren Klappennadeln der Lamb'schen Maschine bilden

Fig. 32.



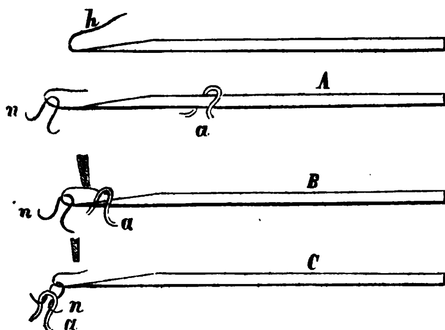

können. Da diese einfachen Nadeln sich weit dünner anfertigen lassen als die Klappennadeln, so würde eine engere Nadelstellung auf der Maschine ermöglicht und dieselbe würde dann auch mit feinem Material, wie Zwirn und Baumwollgarn, eine gute Arbeit liefern. Bis jetzt vermag nämlich die Lamb'sche Maschine, eben wegen des weiten Abstandes der einzelnen Nadeln von einander, nur mit Schafwolle und gröberer Baumwolle eine hinlänglich dichte, brauchbare Arbeit herzustellen. Es bedarf aber keines weiteren Nachweises, daß diesem Uebelstande und der verhältnißmäßig geringen Nadelzahl abgeholfen werden muß, wenn die Strickmaschine eine ähnliche Rolle im Kreise der Familie spielen soll, wie die Nähmaschine.

---

[1] Dinglers Polytechn. Journal Bd. 191, S. 6. Schweiz. polytechn. Zeitschr. Bd. XIV (1869), S. 14.

Eine ausführliche Beschreibung der Lamb'schen Strickmaschine würde an dieser Stelle zu weit führen; doch sollen die wesentlichsten Theile derselben und ihre Functionen kurz besprochen werden. Zur Erläuterung dient dabei die perspektivische Ansicht Fig. 34, welche eine derartige Maschine etwas älterer Construktion darstellt, welche Dubied und de Watteville in Couvet (Schweiz) in den Handel brachten.

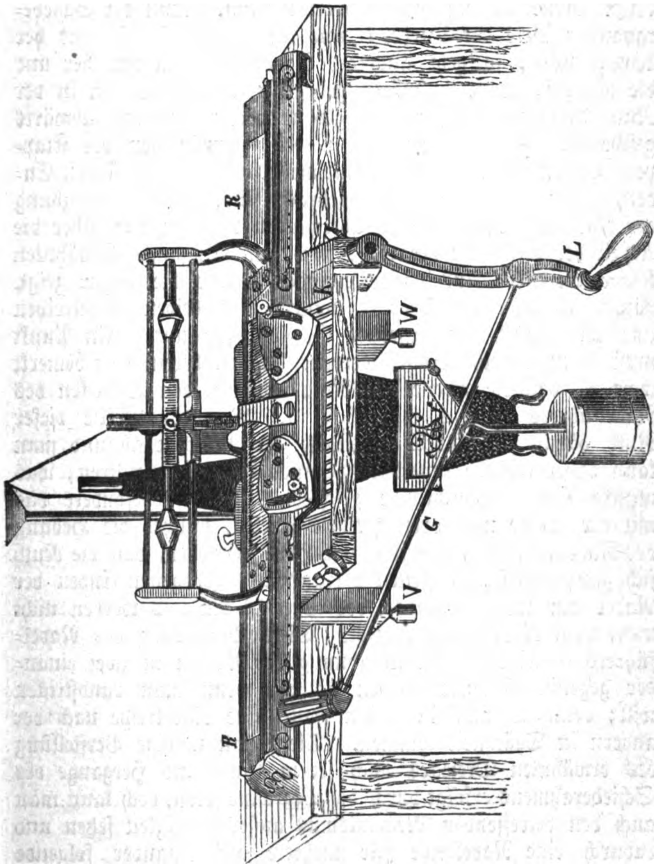
Fig. 33.




Wie die Figur zeigt, ist die Maschine mittels der beiden Zwingen V und W an einer Tischplatte befestigt. K ist der gußeiserne Nadelkörper, auf dessen beiden, nach außen sich abdachenden Flächen die Nadeln in besonderen Schlitzen auf und ab beweglich sind; das hintere, gebogene Ende jeder Nadel (s. Fig. 31) ist dabei nach oben gerichtet und ragt in eine Nuth des Nadelführers, von dem die Nadeln ihre auf- und abwärts gehende Bewegung empfangen. Rücksichtlich der Stellung der Nadeln mag noch erwähnt werden, daß dieselben in 2 Reihen zu je 48 Stück einander gegenüber liegen, so daß immer eine Nadel derselben Reihe in dem Zwischenraume zwischen zwei Nadeln der anderen Reihe spielt. Ueber den oberen Theil einer jeden Nadelreihe ist eine Stahlplatte geschoben, welche die Nadeln an den hinteren aufwärts gebogenen Ende festhält und ihr Herausziehen verhindert. Nach Entfernung des Schieberahmens R kann man diese Schiene wegschieben, um etwa beschädigte Nadeln zu entfernen. Unten wird durch besondere Drähte ein zu weites Herabgehen der Nadeln verhindert; doch kann man auch nach Belieben einzelne Nadeln weiter herabstellen, dadurch der Einwirkung des Nadelführers entziehen und so außer Thätigkeit setzen. Der Nadelführer selbst ist in der Mitte des Schiebe-

rahmens R auf beiden Seiten angebracht. Jede seiner beiden Hälften besteht aus einer Platte, die an dem ausgehöhlten Mit-

Fig. 34.




teltheile von R befestigt ist und auf derjenigen Seite, welche der Nadelreihe zugewandt ist, drei △förmige Platten trägt, welche ungefähr die Stellung



gegeneinander haben, so daß zwischen ihnen eine Nuth bleibt, deren Breite beliebig regulirt werden kann. Wenn der Schieberahmen mittels der Kurbel L und der Stange G hin und her bewegt wird, so geht auch der Nadelführer hin und her und die Nadeln, deren aufwärts gebogenen unteren Enden in der Nuth zwischen den Dreiecken gehen, werden auf und abwärts geschoben. Zum Oeffnen der Nadeln (Zurücklegen der Klappen) dienen ein Paar Haken mit messerförmig zugeschärften Enden, die auf dem Rahmen angebracht sind. Die Beschreibung der Fadenleitung kann hier übergangen werden; auch über die Arbeit der Maschine bedarf es nach dem Eingangs Erwähnten keiner weiteren Auseinandersetzungen. Wie die Figur zeigt, hängt das gefertigte Produkt zwischen den beiden Nadelreihen und wird durch ein passendes Gewicht gespannt. Ein Punkt muß indessen noch berührt werden. Es ist bereit oben bemerkt worden, daß die Breite der Nuth zwischen den Dreiecken des Nadelführers beliebig regulirbar ist. Von der Breite dieser Nuth hängt zum Theil die Weite der Maschen ab und man kann daher dieselbe innerhalb gewisser Grenzen reguliren, was mittels einer Stellschraube geschieht. Wird insbesondere das mit der Spitze nach oben gekehrte Dreieck, welches die Hebung der Nadeln besorgt, soweit in die Höhe geschoben, daß die Nuth sich ganz schließt, so gleiten die aufwärts gebogenen Enden der Nadel am unteren Rande des Dreiecks hin und werden nicht mehr vom Nadelführer bewegt. Diese Verstellung des Nadelführers ist aber bei der Anordnung der Nadeln in zwei einander gegenüberstehende Reihen nöthig, wenn man rundstricken will; denn es muß in diesem Falle eine Nadelreihe nach der andern in Thätigkeit kommen. Die hierzu nöthige Verstellung des erwähnten Dreieckes nach jedem Hin- und Hergange des Schieberahmens erfolgt durch die Maschine selbst, doch kann man auch den betreffenden Mechanismus außer Thätigkeit setzen und dadurch eine Nadelreihe für mehrere auf einander folgende Hin- und Hergänge zur Ruhe bringen oder auch fortwährend arbeiten lassen. Durch verschiedene Abänderungen im Wechsel beider Nadelreihen lassen sich die mannigfachsten Muster herstellen.

Was nun die Leistungsfähigkeit der Lamb'schen Façonstrickmaschine anlangt, so kann nach glaubwürdigen Angaben eine einigermaßen geübte Arbeiterin ohne große Anstrengung in 10 Stunden 17 Paar kleine oder 14 Paar größere Kinderstrümpfe oder auch 10 Paar Strümpfe für Erwachsene anfertigen. Die mit der Maschine hergestellten Strümpfe bedürfen keiner Nath, doch ist am Fersentheil eine kleine Nachhilfe mit der Hand nöthig, weil sonst leicht ein Auftrennen erfolgt. Uebrigens lassen sich die Strümpfe für jeden Fuß passend herstellen, freilich, wie bereits erwähnt, nur in Wolle und stärkerer Baumwolle. Denn wenn man auch die Maschenweite so klein als nur möglich nimmt, so erscheint doch bei Anwendung von Zwirn oder dünner Baumwolle die Arbeit zu locker und netzartig. Vielleicht wird es zweckmäßig sein, der Maschine verschiedene Nadelkörper zu geben, einen für viele und dünne Nadeln, um feine Garne zu verarbeiten, und einen anderen für eine geringere Anzahl und stärkere Nadeln, um in Wolle zu stricken.

Noch mag erwähnt werden, daß man in Wien gelungene Versuche gemacht hat, mit Hilfe der Lamb'schen Maschine bei der Shawlstickerei Glasfäden einzustricken. Als Material wurde dabei ein neues Gespinnst, sogenannte Glaswolle, benutzt, welche neuerdings J. de Brunfaut in Paris herstellt. Es ist dieses ein Erzeugniß der Glasspinnerei von außerordentlicher Feinheit und Geschmeidigkeit, welches auch auf der Nähmaschine zum schönsten Ketten- und Steppstich benutzt werden kann.

Rücksichtlich der näheren Einrichtung der Lamb'schen Maschine und der Vorschriften zum Gebrauch derselben verweisen wir auf die bereits erwähnte Arbeit von Zeman.

Diese Strickmaschine ist neuerdings von Georg F. Lange in Dresden verbessert worden; die wesentliche Einrichtung, Gestalt und Anzahl der Nadeln und dergl. hat derselbe aber beibehalten. Die Lange'sche Maschine hat neben manchen andern Eigenthümlichkeiten auch ein selbstthätiges Zählwerk, durch welches die Anzahl der Umdrehungen festgestellt wird.

## Neue Pumpenconstruktionen.

Die Apparate zum Heben von Wasser und anderen Flüssigkeiten, welche wir im Allgemeinen mit dem Namen „Pumpen" bezeichnen, sind nach sehr verschiedenen Grundsätzen eingerichtet.

Die gebräuchlichsten sind die Kolbenpumpen, bei denen in einem Cylinder, dem Stiefel, ein Kolben bewegt wird. Die Wirkung des letzteren kann eine doppelte sein. Entweder läßt er bei seiner Bewegung einen luftleeren Raum hinter sich, in welchen durch den Einfluß des atmosphärischen Druckes das Wasser durch ein Saugrohr eindringt (Saugpumpe), oder der Kolben verdrängt bei seiner Bewegung das Wasser und preßt es durch ein Ventil, das entweder im Kolben selbst, oder in einem besonderen Steigerohr (Druckpumpe) angebracht ist. In vielen Fällen sind die beiden vorstehend erwähnten Wirkungen des Kolbens gleichzeitig benutzt, die Pumpen sind Druck- und Saugpumpen. Die specielle Einrichtung der hierher gehörigen Mechanismen ist in neuerer Zeit sehr mannichfaltig verändert worden. Der Kolben kann sehr verschiedene Gestalt annehmen, man kann ihn zum Theil durch eine Flüssigkeit, namentlich durch Quecksilber ersetzen, ja ein Kolben im gewöhnlichen Wortsinne kann ganz fehlen. So ist z. B. bei einer vor mehreren Jahren von Norton construirten Pumpe der Kolben durch eine Gummiplatte ersetzt, welche durch eine Kolbenstange abwechselnd nach oben (beim Saugen) und nach unten (beim Drücken) bewegt wird. Besonderes Augenmerk haben ferner die Constructeure auf zweckmäßige Einrichtung, leichte Zugänglichkeit u. s. w. der Ventile verwendet. Endlich ist noch die Verschiedenheit in der Kolbenbewegung hier zu erwähnen. Die gewöhnlichen Pumpen haben eine geradlinige, hin und her (auf und ab) gehende Kolbenbewegung; bei anderen ist sie aber eine oscillirende, und bei noch anderen, den sogenannten Kapselrädern, die mit zwei Kolben versehen sind, eine rotirende.

Eine wesentlich andere Einrichtung haben die Centrifugalpumpen, welche erst seit der Londoner Ausstellung von 1861 bekannt geworden sind. In einem passenden Gehäuse befindet sich ein in rascher Rotation begriffenes Schaufelrad, in welches das Wasser in der Mitte eintritt. Durch die bei der Rotation entwickelte Centrifugalkraft wird das Wasser mit bedeutender Kraft nach dem Umfange des Gehäuses getrieben, von wo es dann in ein Steigerohr tritt, während am Centrum ein leerer Raum entstehen würde, wenn nicht immer neues Wasser eindränge. Dieses Princip ist ungefähr gleichzeitig von Appold und von Gwynne u. Comp. angewendet worden;

bei den Pumpen des Ersteren ist das Schaufelrad horizontal an einer vertikalen Achse, bei denen der letzteren Firma dagegen ist das Rad vertikal an einer horizontalen Achse angebracht.

Sehr einfach ist die Einrichtung der Kettenpumpen: in einem geschlossenen Rohre bewegt sich an einer Kette ohne Ende ein System von Platten — aus Holz, in neuerer Zeit auch aus Gummi —, welche den inneren Raum des Rohres in einzelne Kammern theilen. Das Wasser, welches am anderen Ende des Rohres eintritt, wird auf diese Weise einfach in die Höhe gehoben. Diese Pumpen, welche in neuerer Zeit von vielen Fabriken sehr exakt ausgeführt werden, ohne daß ihre einfache Anordnung eine principielle Aenderung erfahren hätte, leisten besonders bei unreinem Wasser gute Dienste und werden deshalb bei Wasserbauten vielfach angewendet. Sie sind als eine Verbesserung der altbekannten Paternosterwerke zu betrachten, bei denen anstatt einer geschlossenen Röhre eine gewöhnlich viereckige, schräg stehende Rinne angewandt wird.

Der Vollständigkeit wegen mögen an dieser Stelle die Schöpfräder noch kurz Erwähnung finden.

Eine andere Art der Pumpen wird durch die Archimedische Schraube (Wasserschnecke) repräsentirt. Ein schräg stehendes, an seinem unteren Ende in das Wasser tauchendes cylindrisches Rohr, um dessen Achse eine Schraubenfläche gewunden ist, wird in Drehung versetzt. Indem das Wasser vermöge seiner Schwere immer den tiefsten Stand in dem schraubenförmigen Kanale einzunehmen strebt, wird es bei passender Richtung der Umdrehung des Rohres genöthigt, vom untern Ende desselben nach dem obern hin zu steigen, wo es abfließt. Dieser Mechanismus ist eine der ältesten Wasserhebungsmaschinen; nach Strabo war die Schnecke seit den ältesten Zeiten in Babylon und Egypten im Gebrauch, während Diodor von Sicilien den Archimedes als den Erfinder derselben nennt.

Mit der Archimedischen Schraube hat die Spiralpumpe große Aehnlichkeit, deren Erfindung in das Jahr 1746 verlegt und einem Zinngießer Namens Andreas Wirz in Zürich zugeschrieben wird. Um eine horizontal stehende cylindrische oder konische Trommel ist ein Metallrohr in spiralförmigen Windungen gewickelt. Das eine Ende des Rohres ist frei und

taucht in das Wasser, das andere Ende bildet zugleich die Achse der Trommel und geht wasserdicht in ein Gefäß, welches mit einem Steigerohr in Verbindung steht. Wenn nun die Trommel mittels einer Kurbel gedreht wird, so schöpft das offene Ende des Rohres abwechselnd Wasser und Luft und durch die Rotation werden beide nach der andern Seite transportirt; das Wasser wird dort in das Steigerohr gepreßt, die Luft entweicht in einen Windkessel. Auf diese so ziemlich in Vergessenheit gerathene Pumpe, mit deren Theorie übrigens Bernoulli und Eytelwein sich beschäftigt haben, hat in neuester Zeit Wilfrid Airy, ein Sohn des Königlichen Astronomen von England, wieder aufmerksam gemacht.

Endlich hat die Neuzeit ein Paar neue Arten von Pumpen, die Wasserstrahl- und die Dampfstrahl-Pumpen, aufzuweisen. Im Grunde sind beide Pumpen Saugpumpen. Wenn ein Dampfstrahl aus einem konisch sich verengenden Rohre austretend vor dem oberen Ende eines Steigerohres vorbei geht, so wirkt er saugend auf die in dem letzteren befindliche Luft, es bildet sich in dem Rohre ein luftverdünnter Raum, und wenn das untere Ende in Wasser taucht, so wird dasselbe in dem Rohre emporsteigen und von dem Dampfe mit fortgerissen werden. Derartige Apparate werden vielfach zur Speisung der Dampfkessel angewendet und führen dann den Namen Injektoren; die ersten nach diesem Principe construirten Injektoren rühren von Giffard her, die specielle Einrichtung ist vielfach abgeändert worden.

Aehnlich ist die Wasserstrahl-Pumpe eingerichtet, welche zuerst vor längerer Zeit von Thomson angegeben worden ist. Ein Wasserstrahl wird genöthigt, in einem sich verengenden Rohre sich zu bewegen. An der Verengungsstelle wird die Geschwindigkeit gesteigert, der Wasserstrahl behält diese Geschwindigkeit zunächst bei, und wenn man hinter der Verengung ein Rohr ansetzt, so wird auf das Innere desselben eine saugende Wirkung ausgeübt.

Nach dieser Uebersicht wenden wir uns zu einigen neueren Construktionen.

Kolbenpumpen mit geradliniger Kolbenbewegung.

Die Kaliforniapumpe ist keine ganz neue Construktion, denn sie war schon 1862 in London durch Hansbrow ausgestellt; sie hat indessen seit dieser Zeit mehr und mehr Eingang gefunden und sich als sehr brauchbare Handpumpe für den Hausgebrauch bewährt. Sie hat einen horizontalen Cylinder, ist doppelt wirkend und ihre Saug- und Druckventile sind derart angeordnet, daß aller schädliche Raum, in welchem sich Luft ansammeln könnte, vermieden wird; auch sind dieselben leicht heraus zu nehmen und wieder einzulegen.

Die hydropneumatische Pumpe von Zaroubine ist eine Zusammenstellung von einzelnen Saug- und Druckpumpen, die sämmtlich nur einen einzigen Kolben haben. Um sich eine Vorstellung von dieser Pumpe zu bilden, denke man sich ein nicht zu enges, cylindrisches, vertikales Rohr, an welches unten ein engeres Saugrohr sich anschließt. Das weitere Rohr ist durch horizontale Scheidewände in eine gerade Anzahl ungefähr gleich hoher Kammern getheilt. In der Mitte jeder Scheidewand befindet sich eine Oeffnung, die durch ein nach oben sich öffnendes Ventil geschlossen wird und an welche ein Rohr sich ansetzt, welches ziemlich bis auf die darunter liegende Scheidewand reicht; auch das unten angebrachte Saugrohr hat ein solches Ventil. Die Kammern 1, 3 u. s. f., d. h. die, von unten aufgezählt, mit ungerader Nummer versehenen, communiciren durch Röhren, welche an ihren oberen Theilen angebracht sind, mit dem unteren Theile eines größeren Cylinders, in welchem ein Kolben sich bewegt; die mit geraden Nummern versehenen Kammern dagegen communiciren mit der atmosphärischen Luft. Zieht man nun den Kolben aufwärts, so wird die Luft in den Kammern 1, 3 u. s. w. verdünnt, die am Boden befindlichen Ventile öffnen sich, in die unterste Kammer tritt durch das Saugerohr Wasser, in die übrigen zunächst blos Luft. Beim Niedergange des Kolbens wird das nach 1 gesogene Wasser in das nach 2 führende Rohr und das am oberen Ende desselben sitzende Ventil nach der Kammer 2 gedrückt. Beim nächsten Niedergange des Pumpenkolbens wiederholt sich die Luftverdünnung in 1, 3 u. s. w., es steigt aber nicht blos Wasser durch das Saugrohr nach 1, sondern auch durch das

am Boden von 3 befindliche Rohr aus 2 nach 3 u. s. f. Wenn die Pumpe im Gange ist, so wird bei jedem Kolbenaufgange Wasser in die Kammern 1, 3 u. s. w. gesogen und beim darauf folgenden Niedergange des Kolbens in die darüber liegenden Kammern 2, 4 u. s. w. gedrückt. Aus der obersten Kammer erfolgt der Abfluß des Wassers oder es ist auch hier noch ein Steigerohr angebracht.

Die Hauptschattenseite dieser Anordnung liegt in den bedeutenden Dimensionen, die man dem Compressionscylinder geben muß, um nennenswerthe Effekte zu erzielen.

Die Pumpe mit freiem Stempel des Marquis de Montrichard besteht aus einem U förmigen Rohre, in dessen unterem Theile sich Quecksilber (oder eine andere Flüssigkeit) befindet. In dem einen Schenkel kann sich ein Kolben auf und ab bewegen, der die Wand des Gefäßes nicht zu berühren braucht und daher auch dort keine Reibung erleidet. Der andere Schenkel ist mit einem vertikalen Rohre in Verbindung, dessen unteres Ende in Wasser taucht. Ober- und unterhalb der Stelle, an welcher beide Rohre communiciren, ist ein nach oben sich öffnendes Ventil angebracht; der Theil des vertikalen Rohres, welcher über dem oberen Ventile liegt, dient als Steigerohr, der unter dem unteren Ventile befindliche als Saugerohr. Beim Niedergange des Kolbens wird das Quecksilber in beiden Schenkeln des U förmigen Rohres steigen, in Folge dessen wird die Luft in dem Raume zwischen den beiden Ventilen comprimirt und ein Theil derselben entweicht durch das obere Ventil. Beim Aufgange des Kolbens dagegen sinkt der Quecksilberspiegel, zwischen den Ventilen wird ein luftverdünnter Raum hergestellt und durch das Saugrohr tritt Luft und Wasser in diesen Raum. Beim Niedergange des Kolbens wird abermals Luft und nach Befinden Wasser in das Steigerohr gepreßt.

Für manche Zwecke in kleinem Maßstabe, für chemische und physikalische Laboratorien, zur Injektion von Bauhölzern rc. ist diese Pumpe vielleicht gut brauchbar; die Anwendung in großem Maßstabe unterliegt indessen noch mancherlei Bedenken.

An dieser Stelle mag noch die Wasserhebungsmaschine von H. Schlotter in Köstritz erwähnt werden, obwol sie nicht als eine blose Modification der gewöhnlichen Kolben-

pumpen zu betrachten ist. Nur die geradlinig auf und ab gehende Bewegung des bewegten Theiles macht sie diesen ähnlich. Ein etwa 14 Fuß hohes, 10 bis 12 Quadratzoll im Querschnitt haltendes Rohr ist in einer passenden Führung vertikal angebracht. Mittels Schubstange und Hebel wird demselben eine durch ein Schwungrad regulirte auf und abgehende Bewegung von ungefähr 2 Fuß Höhe ertheilt. Das untere Ende des Rohres taucht in Wasser, am oberen befindet sich ein nach oben sich öffnendes Ventil. Dieses obere Rohrende tritt von unten in ein zum Ansammeln des Wassers bestimmtes Gefäß. Wird nun dem Rohre eine rasche auf und abgehende Bewegung ertheilt, so wird anfangs beim jedesmaligen Rückgange etwas Luft durch das Ventil ausgestoßen, sehr bald füllt sich aber das Rohr durch den Druck der Atmosphäre mit Wasser und nun erfolgt bei jedem Rückgange eine Ausspritzung von Wasser durch das Ventil. Nach Angabe des Erfinders vermag ein Mann mit diesem Apparate 18 Cubikfuß Wasser auf eine Höhe von 15 Fuß (rhein.) in einer Minute zu haben.

## Pumpen mit oscillirenden Kolben.

Von Apparaten dieser Art ist die Pumpe der Gebrüder Jeannin in Pontarlier zu erwähnen. Dieselbe hat einen horizontalen Pumpenkörper von cylindrischer Form, durch den eine Achse hindurchgeht, an deren äußeren Enden Pumpenschwengel angebracht sind. An dieser Achse ist auch der aus zwei Flügeln bestehende Kolben angebracht. Durch eine in diagonaler Richtung schräg eingesetzte Scheidewand ist der ganze Pumpenkörper in zwei von einander getrennte Abtheilungen geschieden. An der einen Endfläche des Pumpenkörpers befinden sich oben und unten dicht neben der Scheidewand zu jeder Seite derselben Oeffnungen, durch welche das Innere des Pumpenkörpers mit einem davorliegenden Raume communicirt, der durch eine krummlinig von oben nach unten verlaufende Scheidewand in zwei Kammern zerfällt, und zwar führen die beiden Oeffnungen oben links und unten rechts einen nach der Kammer, die Oeffnungen oben rechts und unten links nach der anderen. Jede dieser Kammern steht durch ein nach oben sich öffnendes Ventil unten mit dem Saugrohr und oben durch ein ebensolches Ventil mit dem Steigerohre in Verbindung. Die

Wirkung der Pumpe ist hiernach leicht zu erkennen. Bewegt der Kolben sich in derselben Richtung, wie die Zeiger einer Uhr, so wird durch die Oeffnungen oben rechts und unten links Wasser angesogen und andererseits durch die Oeffnungen oben links und unten rechts Wasser fortgedrückt. Bei der entgegengesetzten Bewegung des Kolbens dagegen wird durch die beiden letztgenannten Oeffnungen Wasser aufgesogen und durch die beiden erstgenannten fortgedrückt.

Uebrigens ist die Pumpe leicht zugänglich und nicht leicht Störungen ausgesetzt.

### Pumpen mit rotirender Kolbenbewegung.

Hierher gehören die im älteren bergmännischen Maschinenbau mit dem Namen Kapselkünste bezeichneten Pumpwerke, welche aus zwei in einer Kapsel eingeschlossenen in einander greifenden und nach entgegengesetzter Richtung sich drehenden Zahnrädern oder zahnradähnlichen Körpern bestehen, die in ihren Zahnlücken aus einem unten an der Kapsel befindlichen Behälter Wasser schöpfen und in das am obern Theile der Kapsel angebrachte Steigerohr pressen. Schon in Becher's in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts erschienenem „Trifolium" und in einigen anderen wenig späteren Schriften wird eine solche Kapselkunst unter dem Namen „Machina Pappenheimiana" beschrieben; später tritt dieselbe Maschine als Bramah'sche Rotationspumpe, verbessert von Leclerc auf. In neuerer Zeit sind vielfach Mechanismen, die auf dem gleichen Princip beruhen, theils als Pumpen, theils als Ventilatoren, theils als Kraftmaschinen, Wassermesser, in Vorschlag und Anwendung gekommen. Prof. Reuleaux hat für alle diese Mechanismen den gemeinschaftlichen Namen Kapselräder vorgeschlagen.

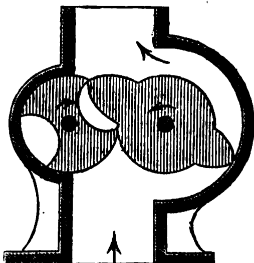
Zu den Pumpen dieser Art gehört auch die rotirende Pumpe von Repsold in Hamburg, die bei ihrem ersten Erscheinen in den vierziger Jahren sehr großes Aufsehen erregte. Jedes der beiden Räder dieser Pumpe hat blos einen einzigen Zahn.

In neuester Zeit werden in England von Laidlow und Thomson rotirende Pumpen gebaut, bei denen die Kolben die in beistehender Figur 35 angegebene Gestalt haben. Die

Drehungsrichtung und die Richtung des Wassers ist durch die Pfeile angedeutet. Dieselbe Einrichtung hatte auch ein auf der letzten Pariser Ausstellung befindlicher Ventilator von Evrard.

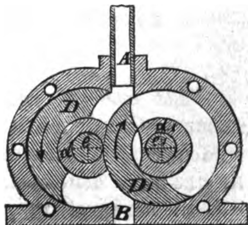
Endlich ist als hierher gehörig noch ein von Behrens erfundenes, von Dart u. Comp. ausgeführtes Kapselräderwerk zu erwähnen, welches im vorigen Jahrg. dieses Jahrbuches S. 218 u. f. als rotirende Dampfmaschine bereits beschrieben worden ist und von welchem die Fig. 36 eine Skizze giebt. Tritt der Dampf durch das Rohr A ein, so bewegt er den Kolben D in der Richtung des Pfeiles, und da der Kolben $D_1$ auswendig mit D durch Zahnräder verbunden ist, so dreht er sich so lange, bis der Dampf auf seine concave Seite wirken kann. Der gebrauchte Dampf zieht durch B ab. So bei der Dampfmaschine. Denkt man sich aber die beiden Kolben durch mechanische Kraft in gerade entgegengesetzter Richtung gedreht und läßt man durch B Wasser eintreten, so wird dieses in den Zwischenräumen der Kolben nach A geführt, welches Rohr als Steigerohr dient. Der Apparat dürfte jedenfalls als Pumpe besser wirken, denn als Dampfmaschine; auch als Wassermesser ist er gut zu verwenden.

Fig. 35.



Das Princip der Kapselräder ist vieler Veränderungen in der Form fähig und es sind auch bereits zahlreiche Modificationen versucht worden. Statt daß man den Kolben die Gestalt von Stirnrädern giebt, wie bei den beschriebenen Apparaten, kann man auch andere Zahnräderformen, z. B. Kegelräder benutzen. Nach Reuleaux's Angabe hat der Mechanikus Lüdecke in Dransfeld bei Göttingen u. a. ein Kapselräderwerk construirt, welches als Pumpräder zwei gleich große konische Räder von sehr stumpfem Achsenwinkel enthält; die Kapsel ist innen eine Kugelzone und wird durch zwei Scheidewände in der

Fig. 36.



Achsenebene in Druck- und Saugraum getheilt. Derartige Einrichtungen sind freilich bei weitem schwieriger herzustellen, als diejenigen, bei denen Stirnräder in Anwendung kommen.

## Centrifugalpumpen.

Diese Form der Pumpen hat in kurzer Zeit eine große Verbreitung gefunden. Die Firma Gwynne u. Comp. in London hat allein über 4000 solcher Pumpen angefertigt, andere Fabriken haben gleichfalls eine bedeutende Thätigkeit entwickelt. In England sollen für Wassermengen von 6 bis 6000 Cubikfuß pro Minute und für Hubhöhen von 1 bis 50 Fuß verhältnißmäßig wenig andere Pumpen mehr in Thätigkeit sein. Der Nutzeffekt ist, den von Tresca und von Colburne mit Gwynne'schen Pumpen angestellten Versuchen zufolge, ungefähr derselbe, wie bei guten Kolbenpumpen; sie sind aber einfacher, compakter, dauerhafter und billiger als diese. Anderwärts hat man allerdings, wie es scheint, nicht so günstige Erfahrungen mit den englischen Centrifugalpumpen gemacht, und Prof. Fink in Berlin hat die Schuld davon der Construktion denselben beigemessen, die fast in keinem Punkte, nicht einmal in der Form der Schaufeln und ihrer Krümmung beim Eintritt des Wassers in Uebereinstimmung mit der Theorie sei. Eine nach den Angaben von Fink in der Fabrik von C. Blum construirte Centrifugalpumpe soll in der That einen besseren Nutzeffekt, 75 Proc., geben.

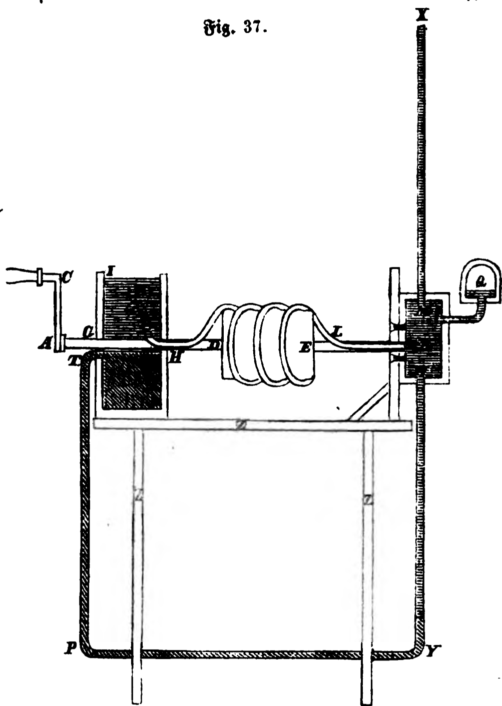
J. Bernays hat eine Centrifugalpumpe construirt, bei welcher vorzüglich der Widerstand vermieden werden soll, welchen die äußeren Oberflächen der sich drehenden Schaufeln bei großen Saughöhen erfahren.

## Spiralpumpen.

Als eine interessante Anwendung des Princips der Spiralpumpen mag die Quecksilberpumpe von H. Airy, gleichfalls einem Sohne des Astronomen, Erwähnung finden. AB (Fig. 37) ist eine hohle Achse, welche mittels der Kurbel AC bewegt wird; KL ist die spiralförmige auf der Trommel DE aufgewundene Röhre, welche bei H und B in die Achse gelegt ist. Letztere tritt bei G und H wasserdicht durch die Wandungen eines Gefäßes, dessen unterer Theil J mit Quecksilber (durch schräge

Schraffirung angedeutet), gefüllt ist, während im oberen I sich das zu hebende Wasser (durch horizontale Schraffirung bezeichnet) befindet. Auf der andern Seite bei B tritt die Achse wasserdicht durch die Wand eines Gefäßes, an welchem sich oben das Steigerohr MX und der Windkessel Q befindet, während es unten durch die Röhre NYPT mit dem ersten Gefäße communicirt. Beim Drehen der Achse schöpft K abwechselnd Quecksilber und Wasser; jenes füllt die unteren Theile, dieses die oberen Theile der spiralförmigen Windungen der Röhre KL aus. Durch die Drehung werden beide nach B transportirt, das Quecksilber sinkt in Folge seines großen specifischen Gewichtes in die Röhre MY hinab und gelangt wieder an seine frühere Stelle zurück, das Wasser wird in das Steigerohr NX gepreßt; etwa mit übertretende Luft geht nach dem Windkessel Q.

Fig. 37.




## Wasserstrahlpumpen.

Seiner praktischen Verwendbarkeit halber soll hier der vom Civilingenieur Aug. Nagel jun. in Hamburg angegebene Wassersaugapparat zum Entleeren von Baugruben kurz besprochen werden. Ein horizontaler, im Querschnitt rechteckiger

Kasten aus Holz ist von seinem offenen Ende a bis etwa zur Mitte b in vertikalem Sinne etwas konisch verengt, um den Eintritt des Wassers bei a zu erleichtern; bei b ist der Kasten oben etwas verengt, von da an aber erweitert er sich horizontal bis zum zweiten offenen Ende c, wo das Wasser abfließt. Bei b ist oben auf den Kasten ein viereckiger Holzkasten aufgesetzt, der mit dem Innern des großen Kastens durch einen Kanal in Verbindung steht und seitwärts in ein cylindrisches Rohr übergeht, an welches das Saugrohr angebracht ist, das nach der Grube x führt, aus welcher das Wasser gehoben werden soll. Sowie man nun das Betriebswasser durch die Oeffnung a, die durch einen verstellbaren Schützen beliebig zu schließen ist, hat eintreten lassen, erleidet derselbe bei b eine Contraction, das Wasser steigt im Saugerohre und tritt von da in den Kasten, um mit dem Betriebswasser bei c auszuströmen. Es scheint für eine gute Wirkung wesentlich, alle Querschnittsveränderungen stetig anzuordnen.

Dieser Apparat dürfte namentlich da, wo man mit sehr unreinem Wasser zu thun hat, von Nutzen sein; er bedarf, wenn einmal in Thätigkeit, keiner Wartung und kommt nicht in Unordnung. Zu bemerken ist noch, daß an dem offenen Ende c des Kastens eine drehbare höhere Klappe anzubringen ist, die man bei der Ingangsetzung soweit aufrichtet, daß das Wasser den sich erweiternden Theil bc des Kastens ordentlich ausfüllt. Ohne diese Klappe kommt der Apparat nicht immer gleich zum Ansaugen.

---

# IV.

# Chemie und chemische Technologie.

---

## Allgemeines.

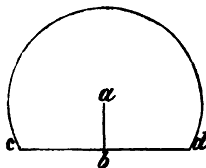
### Filtriren und Auswaschen der Niederschläge nach Bunsen.

R. Bunsen hat das oft sehr zeitraubende Filtriren und Auswaschen von Niederschlägen dadurch in sehr sinnreicher Weise vereinfacht, daß er in dem Filtrirkolben einen luftverdünnten Raum erzeugt. Wir lassen in Nachstehendem das Wesentlichste seiner hierauf bezüglichen, in den Ann. d. Chem. u. Pharm. veröffentlichten Mittheilungen folgen:

Die Schnelligkeit des Filtrirens hängt unter übrigens gleichen Umständen von der Differenz ab, welche zwischen den Drucken an der unteren und oberen Fläche der filtrirenden Flüssigkeit herrscht. Diese bei Filtrationen nach dem üblichen Verfahren sehr geringe Differenz läßt sich vermittelst einer Wasserluftpumpe beinahe bis auf eine Atmosphäre steigern. Damit die Papierfilter unter einem solchen Drucke nicht reißen, bringt man in die Glastrichter kleine, äußerst dünnwandige Platintrichter, an welchen das Filter bis in die äußerste Spitze des Trichterconus vollkommen anliegt; diese kleinen Platintrichter verfertigt man auf folgende Weise: In einem sorgfältig ausgewählten Glastrichter, dessen möglichst genau unter 60° geneigte Wandungen frei von Unebenheiten und Ausbauchungen sind, lackt man ein an den Wänden genau anliegendes Filter

von Schreibpapier an seinem oberen Ende mit einigen Siegellacktropfen fest, tränkt dasselbe mit Oel und gießt es mit Gypsbrei aus, in welchen, so lange er noch flüssig ist, eine kleine Handhabe gesteckt wird. Nach einigen Stunden nimmt man den von dem geölten Papier umgebenen Gypsconus an der Handhabe heraus, steckt ihn, nachdem das Papier abermals außen geölt wurde, in ein 4—5 Centimeter hohes, mit Gypsbrei angefülltes Tiegelchen, entfernt ihn nach dem Erhärten des Gypsbreies wieder, so daß in diesem ein entsprechender Hohlconus zurückbleibt und beseitigt alles den Gypsgüssen anhängende Papier, nöthigenfalls durch Abreiben mit dem Finger. Man schneidet nun das in Fig. 38 in natürlicher Größe abgebildete Stück Platinblech, von dem 1 Quadratcentimeter ungefähr 0,154 Gramme wiegt, aus, macht in dasselbe den Einschnitt a b, macht das Platinblech durch Ausglühen weich, legt den Gypsconus so an dasselbe, daß seine Spitze sich bei a befindet, rückt den Lappen a b d genau auf die Gypsfläche an, wickelt den übrigen Theil des Bleches ebenfalls möglichst anschließend um den Conus und vollendet die Form, indem man das Trichterchen nach abermaligem Ausglühen nochmals an den Gypsconus andrückt und dann in den Hohlconus fest eindreht. Zeigt der Platintrichter an seiner Spitze keine Licht durchlassende Oeffnung, so ist er zu allen Zwecken brauchbar. Noch größere Festigkeit kann man ihm geben, wenn man das übereinander liegende Platinblech an einer einzigen Stelle mit Gold und Borax aneinander löthet; verändert sich dabei die Gestalt etwas, so dreht man den Trichter nochmals in die Gypsform ein. Beim Gebrauche wird der Platintrichter in die Spitze des Glastrichters gebracht und das Papierfilter dann in der gewöhnlichen Weise vollständig anliegend und frei von Luftblasen eingesetzt. Mit Flüssigkeit gefüllt, erträgt ein solches Filter den Druck einer Atmosphäre, ohne zu zerreißen, während das Filtriren durchaus nicht gehemmt ist.

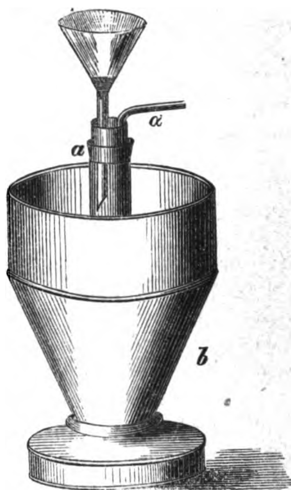
Fig. 38.




Zum Filtriren unter Druckdifferenz benutzt man Glaskolben, die bedeutend dickwandiger sind, als die gewöhnlichen Kochkolben, um durch den Luftdruck nicht zu zerbrechen. Der Kolben

selbst ist (siehe Fig. 39) mit einem doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen a geschlossen; durch die eine Durchbohrung wird der Trichter 5—8 Centimeter tief mit seinem Stiele eingesteckt, durch die andere geht ein an beiden Enden offenes dicht unter dem Pfropfen mündendes Glasrohr, welches mit der Wasserluftpumpe verbunden wird. Den Filtrirkolben stellt man in einen entsprechend großen Becher b von Blech oder Porzellan, dessen konische Verengung immer mit drei dicken, abwärts laufenden Tuchstreifen oder Kautschuklappen beklebt ist. Das gestattet einerseits verschieden große Kolben gleich fest einzustellen, andererseits gewährt ein auf die Bechermündung gelegtes Tuch Schutz vor Explosionen, die durch unrichtige Handhabung des Apparates entstehen können.

Fig. 39.




Zur Erzeugung der zum Filtriren erforderlichen Druckdifferenz wendet Bunsen eine nach dem Prinzipe der Sprengel'schen Quecksilberpumpe (s. Jahrg. III. dies. Jahrb. S. 44) construirte gläserne Wasserluftpumpe (Fig. 40) an, welche Bunsen überhaupt für alle diejenigen chemischen Zwecke am praktischsten hält, bei denen eine Verdünnung auf 6—12 Millimeter genügt. Durch Oeffnen des Quetschhahns a gelangt das Wasser der Wasserleitung l in das erweiterte Glasgefäß b und fließt durch das 8 Millimeter weite Bleirohr c ab, welches auf den Boden eines 30—40 Fuß entfernten, 36 Fuß tiefen Senkloches geleitet ist (oder auch ganz einfach in die Schleuße ausmündet). Das in das Gefäß b luftdicht eingeschmolzene Rohr d reicht bis in das untere Ende des Gefäßes b und hat unten eine feine Oeffnung, die obere Fortsetzung des Rohres d hat bei e ein Seitenrohr, an dem sich das Quecksilbermanometer befindet und ist bei f durch ein dickwandiges enges Kautschukrohr mit dem Filtrirkolben verbunden. Zwischen letzterem und

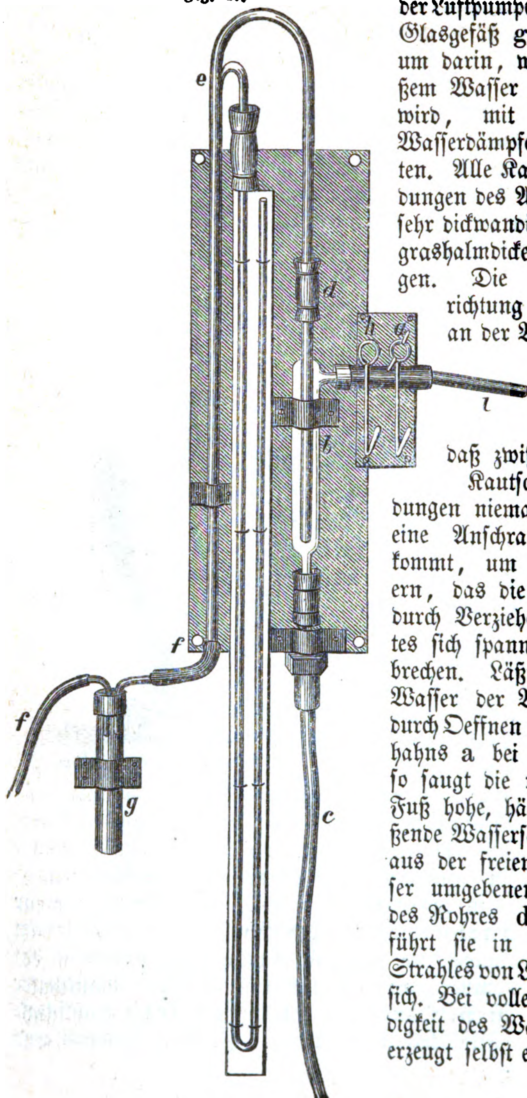


Fig. 40.

der Luftpumpe ist das kleine Glasgefäß g eingeschaltet, um darin, wenn mit heißem Wasser ausgewaschen wird, mit übergehende Wasserdämpfe zurückzuhalten. Alle Kautschukverbindungen des Apparates sind sehr dickwandig und mit nur grashalmdicken Oeffnungen. Die ganze Vorrichtung wird auf ein an der Wand befestigtes Bret so angeschraubt, daß zwischen je zwei Kautschukverbindungen niemals mehr als eine Anschraubung vorkommt, um zu verhindern, das die Glasröhren durch Verziehen des Brettes sich spannen und zerbrechen. Läßt man das Wasser der Wasserleitung durch Oeffnen des Quetschhahns a bei c abfließen, so saugt die mehr als 30 Fuß hohe, hängend abfließende Wassersäule die Luft aus der freien vom Wasser umgebenen Oeffnung des Rohres d auf und führt sie in Form eines Strahles von Luftblasen mit sich. Bei voller Geschwindigkeit des Wasserabflusses erzeugt selbst eine 40 Fuß

hohe Wassersäule keine erhebliche Luftverdünnung, weil die Reibung des Wassers an den Wänden des Bleirohres wie ein Gegendruck wirkt. Der Wasserzufluß ist daher durch den zweiten Quetschhahn h ein für allemal so regulirt, daß diese Reibung durch langsameren Abfluß des Wassers hinlänglich verringert ist, um bei völliger Oeffnung des Hahnes a das Maximum der Luftverdünnung zu gestatten. Ein gut regulirter Apparat pumpt in kurzer Zeit beliebig große Gefäße bis zu dem Quecksilberdruck aus, welcher der der Temperatur des Wassers in der Wasserleitung entsprechenden Wasserdampftension gleich ist und es beträgt dieser Druck z. B. bei den Luftpumpen im Bunsenschen Laboratorium im Winter circa 7, im Sommer 10 Millimeter. Bei der Filtration wird das etwas zugespitzte Rohr a des Filtrirkolben (s. Fig. 39) durch den Schlauch f (s. Fig. 40) mit der Luftpumpe verbunden, nachdem zuvor der Hahn a geöffnet und das Filter mit Flüssigkeit gefüllt worden. Die über dem Niederschlage befindliche, aus dem Becherglase wie gewöhnlich zuerst aufgegossene klare Flüssigkeit läuft nach wenigen Augenblicken in einem continuirlichen Strahle ab, oft so schnell, daß man eilig nachgießen muß, um das Filter stets gefüllt zu erhalten, was so viel als möglich geschehen muß. Es ist zu empfehlen, das Filter bis 1 Millimeter unter den Rand mit Niederschlag anzufüllen; letzterer wird bald durch den hohen Druck zu einer dünnen Lage zusammengepreßt und dabei von Sprüngen durchzogen. Sobald die Flüssigkeit abgetropft ist und die ersten Spuren der Sprünge sichtbar werden, ist der Niederschlag so fest an das Filter angesogen, daß er von vorsichtig zugegossenem Wasser nicht mehr aufgerührt wird. Man wäscht aus, indem man nicht aus einer Spritzflasche, sondern aus einem kleinen Gefäß mit offenem Ausguß Wasser vorsichtig von der Seite bis 1 Centimeter hoch über den Filterrand zugießt. Eine bis vier Aufgießungen vollenden schon die Auswaschung, nach welcher das Filter mit dem Niederschlag direct nach einer unten näher beschriebenen Methode geglüht werden kann.

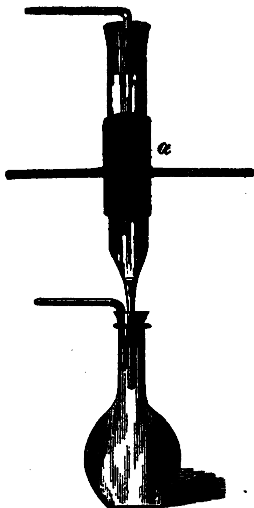
Die außerordentlichen Vortheile dieses, auch bereits in dem neuen chemischen Laboratorium des Prof. Kolbe in Leipzig eingeführten Verfahrens, um Niederschläge zu filtriren und auszusüßen sind so einleuchtend, daß es kaum nöthig ist, noch besonders darauf hinzuweisen. Von den verschiedenen factischen

Angaben, welche Bunsen machte, um die damit zu erzielende Zeitersparniß zu veranschaulichen, wird ein Beispiel genügen: Gleiche Mengen von Chromchloridlösung wurden mit Ammoniak gefällt, die Niederschläge darauf nach verschiedenen Methoden abfiltrirt. Nach der gewöhnlichen Methode konnte der Niederschlag gar nicht filtrirt werden, weil bei wiederholten Versuchen die Flüssigkeit bald trübe durchs Filter lief; die Filtration mit Auswaschen des Niederschlages durch Decantation bis zur 50000fachen Verdünnung der Mutterlauge erforderte 108 Minuten Zeit und lieferte dabei 1050 Cubikcentimeter Waschwasser; das Filtriren und Auswaschen des Niederschlages mit Hülfe der Luftpumpe dagegen dauerte nur 12 bis 14 Minuten und ergab 39—41 Cubikcentimeter Waschwasser. Dabei war die Auswaschung im letzteren Falle vollständiger, obwohl sie nur durch einen einzigen Aufguß von Waschwasser geschah; daß das genügt geht daraus hervor, daß das Gewicht des durch einmaliges Aufgießen ausgewaschenen Niederschlages nach dem Glühen 0,2439 Gramm betrug, während ein aus der nämlichen Menge gefällter durch fünfmaliges Aufgießen gewaschener Niederschlag 0,2435 Gramm, also nur 0,4 Milligramm weniger wog. Es ist selbstverständlich, daß die geringen Mengen von Waschwasser, die bei dem neuen Verfahren erhalten werden, das zeitraubende Eindampfen bedeutend abkürzen oder ganz unnöthig machen. Eine weitere Zeitersparniß wird dadurch erzielt, daß ein mit Hülfe der Wasserluftpumpe ausgewaschener Niederschlag nach 1 bis 5 Minuten langem Verweilen auf dem Filter sogleich mit letzterem geglüht werden kann, wobei das Papier ohne Rauch, ohne Flamme und ohne Funkensprühen verbrennt, wenn man folgendermaßen verfährt: die nicht mit dem Niederschlage in Berührung gekommene Hälfte des Filters wird um den in der anderen Hälfte befindlichen Niederschlag in der Art fest herumgewickelt, daß der Niederschlag von einer 4—6fachen Lage reinen Papiers umgeben ist. Man bringt denselben in den schräg über der Lampe auf dem Drahtdreifuß liegenden Tiegel, drückt ihn mit dem Finger etwas auf der Tiegelfläche an, lehnt den Deckel in bekannter Weise an den Tiegelrand an und beginnt die Erhitzung da, wo der Deckel den Rand des offenen Tiegels berührt. Bei richtiger Größe und Stellung der Flamme verkohlt das Filter ruhig, ohne

Flammen- und namhafte Rauchbildung. Schreitet die Verkohlung nicht mehr fort, so rückt man die Flamme etwas nach dem Boden des Tiegels hin; ist das Filter vollständig verkohlt, so bringt man den ganzen, vom Niederschlage eingenommenen Theil des stets offen gehaltenen Tiegels zum starken Glühen, bis die Kohlenhülle weiß gebrannt ist; einzelne etwa noch vorhandene dunkle Stellen in der Asche verschwinden bei kurzem Glühen vor der Glasbläserlampe.

Bei dem bisher unerläßlichen Aufrühren des Filterinhaltes wurde häufig das Papier beschädigt und dabei der Niederschlag mit abgespritzten Papiertheilen verunreinigt; bei dem neuen Verfahren gewinnen die Filter dagegen bedeutend an Dichte und Festigkeit, was namentlich das Uebertragen eines auf dem Filter gesammelten Niederschlages in ein anderes Gefäß sehr erleichtert. — Das Volumen voluminöser schleimiger Niederschläge schwindet beim Filtriren unter Druck sehr bedeutend; man kann daher bei weitem kleinere Filter anwenden. — Selbst von syrupdicken Mutterlaugen können Niederschläge oder krystallinische Ausscheidungen leicht getrennt werden; auf einem Filter von grobem grauen Löschpapier läßt sich z. B. der feste Zucker aus breiigem Honig als wenig gelblich gefärbte bräunliche Substanz erhalten, die nach einmaligem Umkrystallisiren aus Weingeist blendend weiße Krystalle bildet.

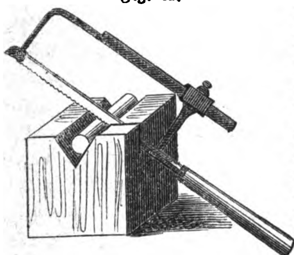
Fig. 41.




Zur Filtration von Flüssigkeiten, die corrodirende Gase oder Dämpfe enthalten, benutzt Bunsen die in Fig. 41 dargestellte Filtrirvorrichtung. Diese besteht aus einem cylindrischen Gefäß, in dessen schwach conisch zulaufendem unterem Theil sich ein 1—2 Millimeter dickes, mit biegsamem langfaserigem Asbest wasserdicht eingesetztes Scheibchen von künstlichem Bimsstein, wie die Handwerker ihn zum Poliren benutzen, befindet. Solche Bimssteinscheibchen verfertigt man

sich aus einem auf der Drehbank hergestellten Bimssteincylinder von erforderlichem Durchmesser, den man, wie Fig. 42 zeigt, mit einer feinen Handsäge auf der dazu passenden Unterlage zersägt. Beim Sägen bewirkte Unebenheiten beseitigt man mit einer groben Metallfeile. Um z. B. mittels eines solchen Filters Krystalle von chemisch reiner Chromsäure zu gewinnen, versetzt man eine Lösung von 2 Theilen Kaliumbichromat in 20 Theilen Wasser mit 10 Theilen concentrirter Schwefelsäure, bringt die nach 24 Stunden ausgeschiedenen zolllangen, fast diamantglänzenden Nadeln von wasserfreier Chromsäure nach dem Abtropfen der Mutterlauge auf das Bimssteinfilter, wäscht sie mittels der Wasserluftpumpe mit sehr wenig rauchender Salpetersäure, die keine Untersalpetersäure enthalten darf, aus und trocknet sie, indem man mit der Wasserluftpumpe einen gut getrockneten Luftstrom durch das sie enthaltende cylindrische Gefäß saugt, während letzteres zugleich mittels der über dasselbe gesteckten Kupferhülse a durch ein oder zwei auf die Arme gehängte Lampen auf 60—80° erhitzt wird. Zum Zwecke der Filtration kann übrigens die Wasserluftpumpe ersetzt werden durch jeden Apparat, durch welchen eine Druckdifferenz von ca. 1/4 Atmosphäre hervorgebracht wird. Sehr geeignet, namentlich auch bei qualitativen Analysen, sind zwei gleich große, etwa 2—4 Liter fassende, dicht über dem Boden mit einem Hahn versehene Flaschen. Die beiden Hähne sind durch einen langen Kautschukschlauch mit einander verbunden; die eine Flasche wird mit Wasser gefüllt und möglichst hoch, z. B. auf das Repositorium eines Arbeitstisches gestellt. die andere ist leer und steht auf dem Boden. Der Hals der Flaschen ist geschlossen durch einen Kautschukstöpsel, in dessen einziger Durchbohrung ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr steckt; durch einen auf das Glasrohr gesteckten Schlauch wird die obere Flasche mit dem Filtrirkolben verbunden. Läßt man dann durch geeignetes Oeffnen der Hähne das Wasser aus der oberen in die untere Flasche fließen, so entsteht in ersterer die erforderliche Luftver=

Fig. 42.



dünnung. Ist das Wasser abgelaufen, so setzt man die volle Flasche an die Stelle der leeren und umgekehrt. — Selbst bei der durch diese einfache Vorrichtung bewirkten Druckdifferenz von 0,184 Meter Quecksilberdruck wurde die oben erwähnte Menge von 0,2435 Grammen Chromoxyd durch einen einzigen Aufguß von 26 Cubikcentimeter Waschwascher vollkommen ausgewaschen.

Bedenkt man, das die Filtration und das Auswaschen von Niederschlägen Operationen sind, welche bei Ausführung chemischer Untersuchungen zu den häufigsten gehören, so erscheint ein Verfahren, welches diese Operationen abkürzt, erleichtert und sicherer macht, als ein wichtiger und erfreulicher Fortschritt. Bunsen's neue, in Obigem beschriebene Methode zum Filtriren und Auswaschen aller Arten von Niederschlägen oder Krystallisationen ist im wahren Sinne des Wortes „ein Ei des Columbus". Gewiß wird dieselbe auch in der Technik nicht unbeachtet bleiben und auch auf diesem Gebiete großen und vielseitigen Nutzen gewähren. Was würde wohl ein Berzelius geleistet haben, hätte er über die herrlichen Hilfsmittel verfügen können, welche uns gegenwärtig zu Gebote stehen!

# Die Elemente und einige einfache chemische Verbindungen derselben.

## Sauerstoff.

Wie wir bereits im Jahrg. I. dieses Jahrb. S. 261 mittheilten, glaubt man, daß die Sauerstoffmoleküle aus je zwei Atomen, nämlich einem negativ elektrischen, dem Ozon und einem positiv elektrischen, dem Antozon zusammengesetzt seien und sich unter verschiedenen Einflüssen, namentlich durch Elektrolyse in diese Atome spalten lassen. Ist diese Vorstellung die richtige, so müßte das Mengenverhältniß, in welchem Ozon und Antozon (letzteres im Wasserstoffsuperoxyd) bei der Elektrolyse des Was-

sers unter günstigen Bedingungen gleichzeitig auftreten, ein entsprechend gleiches sein. Versuche, welche C. Hoffmann in diesem Sinne ausführte, ergaben jedoch ein entgegengesetztes Resultat, welches nicht zu Gunsten der Annahme einer Spaltung des gewöhnlichen Sauerstoffs, in äquivalente Mengen zweier gegensätzlichen Modificationen desselben spricht. C. Hoffmann benutzte zu seinen Versuchen eine Thonzelle, welche angesäuertes Wasser enthielt und in ein weiteres Gefäß mit Kupfervitriollösung tauchte; in das angesäuerte Wasser war eine Kältemischung gestellt, um die Erwärmung der Flüssigkeit durch den von 6 Grove'schen Elementen gelieferten Strom zu verhindern. Als positiver Pol diente eine feine Platinspitze, als negativer ein Kupferblech. Der entwickelte ozonhaltige Sauerstoff wurde mittels einer auf der Thonzelle befestigten tubulirten Glocke und eines Aspirators in Jodkaliumlösung geleitet. Die Bestimmung des hier ausgeschiedenen Jods und die jodometrische Bestimmung des in der Thonzelle enthaltenen Wasserstoffhyperoxydes ergab für die gleichzeitig gebildeten Mengen von Ozon und Antozon die folgenden Werthe:

| Elektrolysirte Flüssigkeit vom spec. Gew. | | Gefundenes Ozon in Milligr. | Gefundenes Antozon (im Wasserstoffsuperoxyd) in Milligr. |
|---|---|---|---|
| Reines Wasser . . . . . . . . . | 1,00 | Spur . . | 0,00 |
| 40 Vol. Wasser 1 Vol. Schwefelsäure | 1,02 | 0,04 . . | 0,12 |
| 20 " " 1 " " | 1,055 | 0,28 . . | 0,24 |
| 15 " " 1 " " | 1,07 | 0,32 . . | 0,84 |
| 10 " " 1 " " | 1,11 | 0,36 . . | 1,28 |
| 8 " " 1 " " | 1,12 | 0,36 . . | 2,04 |
| 6 " " 1 " " | 1,15 | 0,40 . . | 2,52 |
| 5 " " 1 " " | 1,19 | 0,44 . . | 2,68 |
| 4 " " 1 " " | 1,22 | 0,40 . . | 4,28 |
| 3 " " 1 " " | 1,27 | 0,28 . . | 6,00 |

Demnach nimmt die Menge des entstehenden Ozons mit der Concentration der Säure bis zu einem gewissen Punkte zu und erreicht bei dem Verhältniß von 1 Vol. Schwefelsäurehydrat und 5 Vol. Wasser ein Maximum, während die Bildung des Antozons viel reichlicher und ohne ein solches Maximum erfolgt.

Soret hat das spec. Gew. des Ozons = 1,658 berechnet. Hiernach hätte das Ozon eine anderthalb Mal größere Dichte, als der gewöhnliche Sauerstoff.

Um bei gewöhnlicher mittlerer Temperatur völlig reines, namentlich auch von Ozon und Antozon freies Sauerstoffgas zu bereiten, empfiehlt Böttger folgendes Verfahren: Man bereitet sich eine Mischung gleicher Gewichtstheile von Bleisuperoxyd und Baryumsuperoxyd, schüttet dieselbe in eine tubulirte, mit einer Gasentwicklungsröhre verbundene Retorte und gießt darauf z. B. durch ein in den Tubulus der Retorte eingesetztes Trichterrohr ganz verdünnte Salpetersäure (von ca. 9° Baumé), so entwickelt sich sofort reines Sauerstoffgas in gleichmäßigem Strome, ohne daß man zu erhitzen braucht. Die Mischung von Bleisuperoxyd und Baryumsuperoxyd kann man beliebig lange im trockenen Zustande aufbewahren, ohne daß sie eine Zersetzung erleidet. In Fällen, wo es darauf ankommt, ein chemisch reines Sauerstoffgas zu erhalten, dürfte diese übrigens ziemlich theure Methode der Sauerstoffbereitung von Nutzen sein.

## Wasserstoff.

Der Wasserstoff zeigt in seinem chemischen Verhalten manche auffallende Analogieen mit den Metallen und kann in seinen Verbindungen ganz oder theilweise durch äquivalente Mengen verschiedener Metalle vertreten oder substituirt werden. In Folge dessen hat man schon öfters die Ansicht aufgestellt, daß das Wasserstoffgas der Dampf eines höchst flüchtigen Metalles sei. Für diese Ansicht scheinen nun die interessanten Untersuchungen zu sprechen, welche Th. Graham über die Fähigkeit des Palladiums, große Quantitäten von Wasserstoffgas zu absorbiren und über die physikalischen Eigenschaften des mit Wasserstoff gesättigten Palladiums angestellt hat (vgl. Jahrg. III. dies. Jahrb. S. 48 und diesen Jahrg. S. 62). Das Palladium vermag nämlich mit dem von ihm absorbirten Wasserstoff eine Art Legirung zu bilden, in welcher der Wasserstoff einen metallischen Character angenommen hat. Graham giebt diesem metallischen Wasserstoff den Namen „Hydrogenium" und macht darauf aufmerksam, daß sich das Hydrogenium auch hinsichtlich seiner chemischen Eigenschaf-

ten vom gewöhnlichen Wasserstoffgase unterscheidet. So fällt z. B. die Palladiumlegirung (Palladium-Hydrogenium) aus einer Auflösung von Quecksilberchlorid, metallisches Quecksilber und Calomel, ohne daß sich Wasserstoffgas entwickelt; das Hydrogenium zersetzt also das Quecksilberchlorid, was der Wasserstoff nicht thut. Dies erklärt, warum Stanislaus Meunier den im Meteoreisen absorbirt enthaltenen Wasserstoff durch Behandlung des ersteren mit Quecksilberchloridlösung nicht auffinden konnte, da dieser Wasserstoff gleich dem Eisen selbst verzehrt wurde, indem er Quecksilber ausfällte. — Hydrogenium in Verbindung mit Palladium vereinigt sich mit Chlor und Jod im Dunkeln, reducirt Eisenoxydsalze zu Oxydulsalzen, verwandelt Kaliumeisencyanid (rothes Blutlaugensalz) in Kaliumeisencyanür (gelbes Blutlaugensalz) und besitzt überhaupt stark desoxydirende Eigenschaften. Es ist die active Form des Wasserstoffs, in ähnlicher Weise wie Ozon die active Form des Sauerstoffs repräsentirt. Das Palladium-Hydrogenium enthält seine beiden Bestandtheile in einem Verhältnisse, welches gleichen Aequivalenten derselben nahe kommt, oder ungefähr 20 Volume Palladium mit 1 Volum Hydrogenium und das darin enthaltene Hydrogenium ist starr, metallisch, weiß und von einem spec. Gew. annähernd = 2,0, also etwas höher als dasjenige des Magnesiums, mit welchem das Hydrogenium einige Analogie besitzen dürfte. Ein auffallende Erscheinung tritt nach Böttger ein, wenn man Palladiumblech von der Dicke eines starken Notenpapiers, zunächst auf galvanischem Wege, innerhalb einer Chlorpalladiumlösung auf beiden Seiten mit einer ziemlich dicken Schicht von locker anhaftendem sogenanntem Palladiumschwarz überzieht und dann erst auf die bekannte Weise (s. oben S. 63) mit Wasserstoffgas beladet. Wenn dann solches, mit einer höchst wirksamen Oberfläche versehenes Palladiumblech während eines circa viertelstündigen Geschlossenseins der Kette mit Wasserstoffgas gesättigt erschien, entwickelte dasselbe, nachdem es behende aus dem angesäuerten Wasser herausgehoben und schnell mit zartem Fließpapier abgetrocknet worden war, in wenig Augenblicken eine Hitze von mindestens 200° C.; das Blech erschien nach erfolgter Erhitzung, obwohl dasselbe im natürlichen unpräparirten Zustande mit der Hand kaum zu biegen war, auffallend gekrümmt. — Ferner hat Böttger

beobachtet, das reiner absoluter Aether die Eigenschaft hat, den von dem Palladiumblech absorbirten Wasserstoff in verhältnißmäßig kurzer Zeit daraus gasförmig wieder in Freiheit treten zu lassen, doch wird dieser Wasserstoff vom Aether vollständig absorbirt, wobei sich aus dem Aether eine neue Substanz bildet, über deren Zusammensetzung Böttger noch keinen näheren Aufschluß gegeben hat.

Auf die Vorschläge, das Wasserstoffgas zur Beleuchtung zu benutzen, werden wir unten zurückkommen.

Wasserstoffsuperoxyd = $H_2\Theta$ (früher $HO_2$).

Heinr. Struve hat nachgewiesen, daß Wasserstoffsuperoxyd wenigstens hin und wieder, besonders nach starkem Schneefall, starken Regengüssen und Gewittern in der Luft vorkömmt. Ob dasselbe immer in der Luft vorhanden ist, vermochte er nicht zu entscheiden. Man kann das Wasserstoffsuperoxyd in den atmosphärischen Niederschlägen (Schnee oder Regen) nachweisen, wozu Struve folgende Methode empfiehlt: 100 Cubikcentimeter des zu prüfenden Wassers werden mit 4 Tropfen einer klaren Lösung von Bleioxyd-Kali und dann nach und nach mit einigen Tropfen von basisch essigsaurem Blei versetzt, bis ein deutlicher Niederschlag entsteht. Darauf schüttelt man gut um, läßt absitzen, sammelt nach einigen Stunden den Niederschlag auf einem kleinen Filter und wäscht ihn mit Wasser. Bei Anwesenheit der geringsten Spuren von Wasserstoffsuperoxyd enthält der Niederschlag Bleisuperoxyd, das man folgendermaßen nachweist: In zwei kleine Porzellanschalen wird je ein Tropfen einer klaren Jodkalium-Stärkelösung gegeben, dazu je 2 Tropfen Wasser und schließlich vermittels eines Glasstabes in beide Schalen etwas von dem Bleiniederschlage. Bei Gegenwart von Bleisuperoxyd tritt ziemlich rasch (in Folge der Abscheidung von freiem Jod aus dem Jodkalium und Entstehung blauer Jodstärke) Blaufärbung ein; dieselbe erfolgt dann augenblicklich auf Zusatz eines Tropfens verdünnter Essigsäure zum Inhalt der einen Schale. Diese empfindliche und characteristische Reaktion läßt keine andere Deutung zu, als das Vorhandensein von Wasserstoffsuperoxyd. Nach Struve enthält Schneewasser mehr Wasserstoffsuperoxyd, als Wasser von Gewitterregen und dieses wieder mehr, als gewöhnliches Regen-

wasser. In manchem Regenwasser konnte Struve kein Wasserstoffsuperoxyd nachweisen.

### Fluor.

Ueber dieses Element und seine Verbindungen bestehen immer noch divergirende Ansichten; so ist in neuester Zeit Prat mit der Behauptung hervorgetreten, daß alle Verbindungen, welche man bisher als reine Fluoride betrachtet habe, zugleich noch Sauerstoff enthalten, also Oxyfluoride seien. Hiernach ist z. B. das Fluorcalcium (der Flußspath) nicht, wie allgemein angenommen wird, $= Ca\,Fl_2$, sondern Calciumoxyfluorid $= Ca_2OFl_2$ und das Aequivalent des eigentlichen Fluors $= 29{,}6$ (statt $= 19$). Reines Fluor soll man nach Prat erhalten, wenn man 1 Th. Fluorkalium (Kaliumoxyfluorid nach Prat) mit 5 Thln. salpetersaurem Kalium oder 2 Thln. Mangansuperoxyd in einer Platinretorte erhitzt und das entweichende Gemisch von Fluorgas und Sauerstoffgas über erhitzten Baryt leitet, welcher letzteres absorbirt. Das auf solche Weise vom Sauerstoff befreite reine Fluor ist ein fast farbloses, chlorähnlich riechendes Gas, schwerer als Luft, an welcher es Nebel bildet, entfärbt Indigo, röthet und entfärbt Lackmus und bildet mit Ammoniak Nebel. Es verbindet sich schon im zerstreuten Lichte mit Wasserstoff, zersetzt das Wasser, den Chlorwasserstoff, sowie die Brom- und Jodverbindungen bei gewöhnlicher Temperatur und wird von Silber, überhaupt von den meisten Metallen aufgenommen, kann auch mit Chlor eine Verbindung bilden. Das Fluorsilber ist weiß, schmelzbar, unlöslich in Wasser und Salpetersäure, löslich in Ammoniak, schwärzt sich am Lichte schneller, als das Chlorsilber und wird selbst in der Schmelzhitze weder von Chlor, noch von Sauerstoff angegriffen; es ist $= Ag\,Fl$ und ganz verschieden von dem bis jetzt sogenannten Fluorsilber oder Silberoxyfluorid $= Ag_2O,2AgFl$. Seine Verbindung mit Chlor, das Chlorfluor $= Cl\,Fl$ ist ein Gas von dunklerer Farbe als Chlorgas und wird von Silber unter Bildung von Chlorsilber und Fluorsilber zersetzt. Die Angaben von Prat haben bis jetzt keinen rechten Glauben und keine Bestätigung gefunden. Dagegen behauptet P. Cillis das Irrthümliche derselben durch mehrere, hierauf bezügliche Versuche nachgewiesen zu haben.

## Fluorwasserstoff (Flußsäure) = HFl.

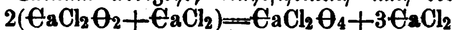
Nach G. Gore erhält man völlig reinen und wasserfreien Fluorwasserstoff durch Erhitzen von trockenem Fluorwasserstoff-Fluorkalium in einem Platinapparate. Der reine Fluorwasserstoff ist bei 15½°C eine völlig farblose, durchsichtige, dünne, leicht bewegliche Flüssigkeit von 0,9879 spec. Gew. bei 12°,8C., er ist außerordentlich flüchtig, siedet schon bei 19°4 C., raucht bei gewöhnlicher Temperatur stark an der Luft und absorbirt sehr begierig Feuchtigkeit aus derselben. Bei —34°,5 zeigt er noch nicht die geringste Spur von Festwerden. Er greift Glas bei wochenlanger Berührung nicht im geringsten an, vorausgesetzt, daß alle Feuchtigkeit fern gehalten wird und ist vollkommen sauerstofffrei. Er wirkt auf Metalle kaum ein; starke wäßrige Salzsäure bewirkt lebhaftes Aufschäumen; Oxyde werden unter heftiger Reaction aufgelöst; auch die kohlensauren Salze werden unter Aufbrausen zersetzt; ebenso viele organische Körper. Die käufliche Flußsäure ist stark wasserhaltig und öfters sehr unrein. Um dieselbe zu reinigen, soll man zunächst Schwefelwasserstoffgas durchleiten, hierauf etwa vorhandene Schwefelsäure und Kieselflußsäure mit etwas kohlensaurem Kalium neutralisiren, vom entstandenen Niederschlage decantiren, den überschüssigen Schwefelwasserstoff durch kohlensaures Silber abscheiden, filtriren und das Filtrat aus einer mit einer Condensationsröhre von Platin versehenen Bleiretorte abdestilliren. Bemerkenswerth ist noch, daß eine sehr kleine Menge von Flußsäure den Gefrierpunkt des Wassers sehr erniedrigt.

## Chlor.

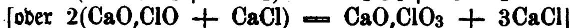
E. Ludwig hat das spec. Gewicht des reinen Chlorgases bei verschiedenen Temperaturen bestimmt und folgende Resultate erhalten: Bei 20°C. ist das spec. Gew. des Chlorgases = 2,4807; bei 50°C. = 2,4783; bei 100°C. = 2,4685; bei 150°C = 2,4609; bei 200°C = 2,4502. Die aus dem von Stas gefundenen Atomgewichte des Chlors berechnete Dichte ist = 2,45012. Das Chlorgas schließt sich hiernach jenen Dämpfen an, welche erst bei Wärmegraden, die sehr weit von seinem Verdichtungspunkte abliegen, dem Gay-Lussac-Mariotte'schen Gesetze folgen.

Als Ersatzmittel für das freie Chlor verwendet man bekanntlich in vielen Fällen die sogenannten Chloralkalien, namentlich den Chlorkalk oder Bleichkalk, das Chlorkali (Eau de Javelle), das Chlornatron (Bleichwasser), die Chlormagnesia (s. Jahrg. III. dieses Jahrb. S. 310) und betrachtet dieselben als Verbindungen oder Mischungen des entsprechenden unterchlorigsauren Alkalis mit dem Chlorid des Alkalimetalls. Diese Annahme über die Constitution der Chloralkalien wurde vor ungefähr 35 Jahren zuerst von Balard begründet. Hiernach ist also der Chlorkalk eine Verbindung oder Mischung von unterchlorigsaurem Calcium mit Chlorcalcium $= CaCl_2O_2, CaCl_2, 2H_2O$ (oder $= CaO, ClO + CaCl + 2HO$). Der Chlorkalk entwickelt, wie überhaupt alle Chloralkalien, selbst mit den schwächsten Säuren, Chlorgas, was man sich dadurch erklärt, daß man annimmt, durch die auf den Chlorkalk wirkende Säure werde zunächst die unterchlorige Säure abgeschieden, diese zersetze sich jedoch in demselben Momente mit dem vorhandenen Chlorcalcium zu Kalk und freiem Chlor. Hiernach wird durch Säuren aus dem Chlorkalk nicht nur das in der unterchlorigen Säure, sondern auch das im Chlorcalcium enthaltene Chlor, als Chlorgas frei. J. Kolb in Amiens widerspricht zum Theil diesen Annahmen; er anerkennt zwar für den wasserhaltigen oder in Wasser gelösten Chlorkalk die Balard'sche Formel als die richtige, glaubt jedoch, daß man daraus noch nicht den Schluß ziehen dürfe, daß auch der trockene (wasserfreie) Chlorkalk dieselbe Constitution besitze; vermuthlich enthalte der letztere keine unterchlorige Säure, sondern sei eine Verbindung von Kalkhydrat mit Chlor $= 4\,Cl + 3\,(CaH_2O_2)$, welche sich erst in Berührung mit Wasser spaltet. Hierfür spreche die Thatsache, daß, wenn man vollständig trockene Kohlensäure mit vollständig trockenem Chlorkalk in Berührung bringe, der letztere unter Entwicklung von Chlorgas und Hinterlassung von kohlensaurem Calcium total zersetzt werde, was nicht der Fall sein könnte, wenn der trockene Chlorkalk nach der Balard'schen Formel aus unterchlorigsaurem Calcium und Chlorcalcium zusammengesetzt wäre. Ferner behauptet Kolb mit Bestimmtheit, daß bei der Einwirkung von Säuren auf wasserhaltigen oder aufgelösten Chlorkalk nur unterchlorige Säure, dagegen kein freies Chlor, abgeschieden werde und daß

die abgeschiedene unterchlorige Säure sich nicht, wie man allgemein annehme, mit dem vorhandenen Chlorcalcium zu Kalk und Chlorgas zersetze; denn unterchlorige Säure und Chlorcalcium können nachweislich in wäßriger Lösung nebeneinander bestehen, ohne auf einander einzuwirken. Mit dem Freiwerden der unterchlorigen Säure höre die Wirkung einer zur Chlorkalklösung gesetzten Säure auf und nur wenn die frei gewordene unterchlorige Säure mit Chlorwasserstoff oder einer oxydirbaren Säure in Berührung komme, so erfolge Entwicklung von Chlorgas; in keinem Falle aber übe die unterchlorige Säure eine Wirkung auf das Chlorcalcium aus. Trockener Chlorkalk verwandelt sich beim Erwärmen, indem er sich dabei erhitzt und teigförmig wird, in ein Gemenge von chlorsaurem Calcium und Chlorcalcium; der flüssige Chlorkalk wird durch die Wärme weit weniger leicht zersetzt und oft kann man ihn mehrere Stunden lang kochen, ohne daß er sich verändert. Dagegen widersteht der trockene Chlorkalk der Einwirkung des Sonnenlichtes, während der flüssige im Sonnenlichte in chlorigsaures Calcium übergeht, wahrscheinlich nach der Formel:



$$2(\mathrm{CaCl_2O_2} + \mathrm{CaCl_2}) = \mathrm{CaCl_2O_4} + 3\mathrm{CaCl_2}$$

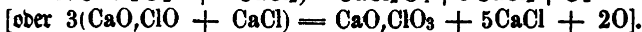


[oder $2(\mathrm{CaO,ClO} + \mathrm{CaCl}) = \mathrm{CaO,ClO_3} + 3\mathrm{CaCl}$]

Eine ganze Reihe von sorgfältigen Versuchen über das Verhalten von Lösungen der Chloralkalien im Sonnenlichte, stellte A. Riche an und beobachtete, daß unter dem Einflusse des Sonnenlichtes, die in den Chloralkalien enthaltene unterchlorige Säure zwar wie Kolb angegeben, in chlorige Säure übergeht, daß sich jedoch zugleich Sauerstoffgas entwickelt und zwar um so mehr, je mehr überschüssiges Alkali in der Lösung enthalten war. Eine derartige Zersetzung ist nach folgender Formel denkbar:



$$3(\mathrm{CaCl_2O_2} + \mathrm{CaCl_2}) = \mathrm{CaCl_2O_4} + 5\mathrm{CaCl_2} + \mathrm{O_2}$$



[oder $3(\mathrm{CaO,ClO} + \mathrm{CaCl}) = \mathrm{CaO,ClO_3} + 5\mathrm{CaCl} + 2\mathrm{O}$].

Bemerkenswerth ist hierbei, daß, während eine frische Lösung eines unterchlorigsauren Alkalis sowohl Indigolösung entfärbt, als arsenige Säure zu Arsensäure oxydirt, die dem Lichte ausgesetzt gewesene Lösung desselben unterchlorigsauren Alkalis zwar wohl im Stande ist, Indigo zu entfärben, aber nicht mehr oxydirend auf arsenige Säure zu wirken vermag; ein Verhalten, das mit demjenigen der chlorigen Säure übereinstimmt.

A. Bobierre, welcher in Uebereinstimmung mit Riche gefunden hat, daß die unterchlorigsauren in Wasser gelösten Salze im Sonnenlichte Sauerstoffgas entwickeln, macht zugleich darauf aufmerksam, daß die eben genannte Wirkungslosigkeit von belichtet gewesenen unterchlorigsauren Flüssigkeiten auf arsenige Säure schon im Jahre 1841 von Bautier und Caron, im Jahre 1845 von Bobierre und im Jahre 1855 von Fordos und Gélis wahrgenommen worden ist.

Ueber einige für die Fabrikation des Chlorkalks wichtige Bedingungen der Bildung desselben sind ebenfalls verschiedene Untersuchungen ausgeführt worden. So suchte A. Scheurer-Kestner die Temperaturerhöhung zu bestimmen, welche während der Einwirkung des Chlors auf das Kalkhydrat in der Kalkmasse eintritt, sowie den Einfluß der Temperaturerhöhung auf den chlorimetrischen Gehalt des erzielten Produktes. Er gelangte hierbei zu dem Resultate, daß sich während des Chlorkalkbildungsprozesses die Temperatur der Masse ziemlich bedeutend, oft bis 55° C. steigert, wobei sich, ohne nachweisliche Ursachen, zuweilen die oberen Schichten stärker erwärmen, als die unteren, zuweilen aber auch das Entgegengesetzte eintritt. Diese Temperaturerhöhung übt jedoch keinen nachtheiligen Einfluß auf die Qualität des entstehenden Chlorkalks aus; sie ist die Folge der chemischen Verbindung des Chlors mit dem Kalkhydrat und steht mit der Zuströmungsgeschwindigkeit des Chlors zum Kalk in geradem Verhältnisse, was daraus hervorgeht, das eine Temperatursteigerung auf 80—90° C. eintritt, wenn man zu wenig Kalkhydrat rasch viel Chlorgas leitet. In diesem Falle erleidet dann der Chlorkalk eine theilweise Zersetzung. Man hat daher bei der Chlorkalkfabrikation eine zu starke Erwärmung der Masse, respective zu rasche Zuleitung des Chlors zum Kalkhydrate zu vermeiden. Nach Scheurer-Kestner wirkt außerdem auch ein Ueberschuß von Chlorgas in einer für die bleichende Kraft des Chlorkalks nachtheiligen Weise ein, was durch die Thatsache bestätigt wird, daß die obersten Schichten des durch Ueberleiten von Chlorgas über Kalkhydrat bereiteten Chlorkalks meistens den geringsten Gehalt an wirksamem Chlor zeigen und sich gegen Indigolösung wie theilweise zersetzter Chlorkalk verhalten, d. h. die In-

digolösung erst grün färben, bevor wirkliche Entfärbung derselben eintritt.

Auch Tschigianjanz, Fricke und Reimer haben sich mit der Ermittelung der Bedingungen zur Bildung des Chlorkalks beschäftigt, in der Absicht zur Lösung verschiedener, hierauf bezüglicher Widersprüche beizutragen. Weiß, Hutton-Babillardière, Ure und Sh. Muspratt haben nämlich behauptet, daß bei 100° getrocknetes Kalkhydrat, ebenso wie das feuchte, Chlorgas in bedeutender Menge absorbire und damit Chlorkalk bilde. Nach Th. Graham und Bolley vermag bei 100° C. getrocknetes Kalkhydrat kein Chlorgas zu absorbiren; bei gewöhnlicher Temperatur über Schwefelsäure getrocknetes Kalkhydrat ist dagegen, wie Th. Graham bemerkt, zur Aufnahme von Chlorgas vorzüglich geeignet. Tschigianjanz, Fricke und Reimer bestätigen zwar die Angaben von Graham, zeigen jedoch zugleich, daß unter Umständen auch das Gegentheil eintreten kann und erklären in sehr befriedigender Weise die erwähnten Widersprüche. Nach den Genannten ist die Einwirkung von möglichst getrocknetem und von anhaftender Salzsäure befreitem Chlorgas auf bei 110°—130° C. getrocknetes Kalkhydrat eine kaum nennenswerthe, sobald man durch Abkühlung des dem Chlorgas ausgesetzten Kalks auf die gewöhnliche Temperatur oder auf 0° dafür sorgt, daß sich derselbe nicht erwärmen kann. Läßt man dagegen trockenes Chlorgas über das getrocknete Kalkhydrat streichen, ohne die bei eintretender Einwirkung entstehende Erwärmung zu verhindern, so geht das Kalkhydrat vollständig in Chlorkalk über. Kalkhydrat dagegen, welches nur über Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet worden, verwandelt sich im Chlorgas unter allen Umständen, selbst wenn man es auf 0° abgekühlt erhält, in Chlorkalk, was nur allein darauf beruht, daß in dem über Schwefelsäure getrockneten Kalkhydrat noch 0,4 Procent Wasser zurückbleiben, welche die Einwirkung des Chlors auf den Kalk einleiten. Daß eine so kleine Menge Wasser schon den entscheidenden Einfluß ausübt, kann nicht befremden, insofern es sich lediglich um die Einleitung des Prozesses handelt, der nachher unter Abscheidung von gebundenem Wasser von Molecül zu Molecül fortschreitet. Die Einwirkung des Chlors beginnt, wo sie überhaupt Platz greift, jedesmal an dem vordersten, d. h.

dem kommenden Chlorstrome zugekehrten Ende der Kalkschicht und pflanzt sich von da unter sehr fühlbarer Erhitzung sehr allmälig nach hinten fort, auch wenn der ganze Raum mit Chlorgas erfüllt ist und dieses im Ueberschusse abzieht.

## Chlorwasserstoff (Salzsäure) = HCl.

Bekanntlich wird die Salzsäure in den Sodafabriken bei der Zersetzung des Kochsalzes durch Schwefelsäure, um das Natronsulfat zu gewinnen, als Nebenprodukt dargestellt, indem man das bei der erwähnten Zersetzung aus dem Kochsalze entweichende Chlorwasserstoffgas durch ein System von Thonflaschen leitet, die etwa 200 Liter Inhalt haben und von denen an jedem Ofen ungefähr 60 angebracht sind. Diese Flaschen stehen untereinander in doppelter Verbindung, nämlich oben, um das Chlorwasserstoffgas und in der Mitte, um die Flüssigkeit (Wasser, respective gebildete Salzsäure) circuliren zu lassen. Die so fabricirte Salzsäure ist jedoch stets sehr unrein, sie enthält namentlich Schwefelsäure, freies Chlor und Eisen. Für manche technische Zwecke würde eine reine, billige Salzsäure von großem Nutzen sein. P. W. Hofmann in Dieuze hat, um eine reine Salzsäure darzustellen, versuchsweise die letzten 10 Flaschen eines Systemes mit destillirtem Wasser angefüllt und durch Unterbrechung der mittleren, zur Circulation der Flüssigkeit bestimmten Verbindung isolirt, so daß nur das Chlorwasserstoffgas, nachdem es durch die 50 vorhergehenden Flaschen gegangen, darin circuliren konnte; er hoffte, daß das Gas in den ersten 50 Flaschen alle seine Verunreinigungen abgeben und sich in dem reinen Wasser der letzten 10 Flaschen zu reiner Salzsäure auflösen werde. Der Versuch ergab jedoch, daß gerade diese letzten Flaschen eine mit Schwefelsäure sehr verunreinigte Salzsäure lieferten, was, wie Hofmann gefunden hat, darauf beruht, daß wasserfreie Schwefelsäure, wenn sie dampfförmig über Wasser streicht, von diesem nur mit Schwierigkeit absorbirt wird. Dagegen kann man nach Hofmann auf folgende Weise im Großen leicht reine Salzsäure darstellen: Ein Gefäß mit doppelt durchbohrtem Thonstöpsel wird bis auf 1/3 seines Volumens mit roher Salzsäure gefüllt und durch einen verschließbaren Trichter concentrirte Schwefelsäure (von 1,848 spec. Gew.) zugegossen. Es entweicht, indem die Schwefelsäure

der rohen Salzsäure das Wasser entzieht, sofort Chlorwasserstoffgas, das in einer Woulf'schen Flasche gewaschen und in einem Gefäß mit destillirtem Wasser aufgesammelt (absorbirt) wird. Die Salzsäureentwicklung ist sehr regelmäßig und von geringer Wärmeentwicklung begleitet. Sie hört erst dann auf, wenn die Schwefelsäure das spec. Gew. 1,566 erreicht hat; diese verdünnte Schwefelsäure enthält nur noch 0,32 Proc. Salzsäure und kann entweder wieder concentrirt oder zur Fabrikation von schwefelsaurem Natron benutzt werden. Die Kosten der Concentration einer Säure von 1,566 auf eine solche von 1,848 spec. Gew. betragen 1 Franc (= 8 Sgr.) für 100 Kilogramme und da 100 Kilogramme Schwefelsäure 40 Kilogr. Salzsäure von 1,181 spec. Gew. liefern, so beträgt der Kostenpreis der reinen Salzsäure somit per 100 Kilogr. nur 2 1/2 Franc mehr, als der Werth der rohen Säure.

## Kohlenstoff.

Diamant. Daß der Diamant aus reinem Kohlenstoff besteht, also in chemischer Beziehung mit der schwarzen Kohle identisch ist und sich von dieser nur durch seinen dichteren krystallinischen Zustand unterscheidet, dürfen wir als bekannt voraussetzen. Die Frage: „wie ist der Diamant entstanden?" konnte dagegen trotz der vielseitigsten Bemühungen, Forschungen und Versuche bis jetzt noch nicht beantwortet werden und doch ist die Beantwortung dieser Frage von ebenso hohem wissenschaftlichem wie praktischem Interesse; es unterliegt nämlich kaum einem Zweifel, daß, wenn wir einmal wissen, unter welchen Bedingungen sich auf unserer Erdoberfläche der Diamant gebildet hat, wir auch im Stande sein werden, denselben künstlich herzustellen. Jedenfalls kann der Diamant kein Produkt eines Schmelzprozesses sein, da die Kohle an sich unschmelzbar ist und der Diamant in sehr hoher Temperatur sogar in schwarze Kohle übergeht oder bei gleichzeitigem Luftzutritt, wie diese vollständig zu Kohlensäure verbrennt. Man ist daher überzeugt, daß der Diamant auf sogenanntem nassem Wege, d. h. durch Auskrystallisiren aus irgend einer Flüssigkeit, welche Kohlenstoff aufgelöst enthält oder abzuscheiden vermag, entstanden sein muß; allein bis jetzt hat man außer geschmolzenem Eisen keine Flüssigkeit finden können, welche im Stande ist,

den Kohlenstoff, ohne ihn zu verändern, aufzulösen. Der Kohlenstoff, welcher in geschmolzenem Eisen aufgelöst ist, scheidet sich jedoch aus diesem nie in Form des Diamants, sondern gewöhnlich in Graphitform ab. Hin und wieder findet man in der Natur Diamanten, die in kleinen Höhlungen etwas Flüssigkeit einschließen. Professor Simmler vermuthet nun, daß diese Flüssigkeit durch Druck verflüssigtes Kohlensäuregas sei und hält es für wahrscheinlich, daß sich der Kohlenstoff in flüssiger Kohlensäure auflöse. Er glaubt, daß die Bildung von flüssiger Kohlensäure im Innern der Erdrinde wohl denkbar sei; sehen wir doch, daß Kohlensäuregas an vielen Orten massenhaft aus Erdspalten, oder gemeinschaftlich mit dem Quellwasser ausströmt. In Fällen, wo sich Kohlensäuregas in den Höhlungen eines Felsens bildet, der keine Spalten oder Risse hat und stark genug ist, dem zur Condensation dieses Gases nöthigen Druck von 36—40 Atmosphären zu widerstehen, wird sich das Gas zur Flüssigkeit verdichten; trifft nun in solchen Höhlungen die flüssige Kohlensäure mit Kohlenstoff zusammen, so wird sie denselben auflösen, bis sie damit gesättigt ist und wenn durch irgend einen Umstand der Fels später Risse bekommt, durch welche die Kohlensäure langsam verdunstet, so wird der darin aufgelöste Kohlenstoff in Form von Krystallen — als Diamant — zurückbleiben. Eine rasche Verdunstung giebt vielleicht zur Entstehung des schwarzen amorphen Diamants Veranlassung. Zur Bestätigung dieser Ansicht ist nun vor Allem nöthig, zu constatiren, daß wirklich der Kohlenstoff von flüssiger Kohlensäure aufgelöst wird. Der schwarze Diamant ist, da er an Härte dem farblosen nicht nachsteht, ein sehr geschätztes Schleifmittel für Edelsteine und wird in neuester Zeit auch zum Schärfen der Mühlsteine mit großem Vortheil benutzt. Er ist daher ein Handelsartikel geworden und kann z. B. von der Küster'schen Diamantschleiferei von Daniels Sohn in Amsterdam oder auch von Jos. J. van den Wyngaert, Dampfmühlenbesitzer in Passow bei Stettin bezogen werden.

Graphit. Ueber die wichtigsten Handelssorten des Graphits hat der „Praktische Maschinen-Constructeur" von W. H. Uhland in Frankenberg folgende interessante Mittheilungen gemacht: Unter den Graphiten, die überhaupt für Handel und Industrie von Bedeutung sind, spielen der Ceylonische, der

Passauer und Oesterreichische Graphit die Hauptrolle. Die Ceylonischen sowie die Passauer Graphite werden beinahe nur zur Fabrikation von Schmelztiegeln benutzt. Die bekannten englischen Schmelztiegel werden aus Graphit von der Insel Ceylon, die Passauer dagegen aus Graphit angefertigt, welcher in der Gegend von Passau gewonnen wird. In Oesterreich sind es hauptsächlich die Graphitbergwerke des Fürsten Schwarzenberg, von Eggert a. A. bei Krumau in Böhmen, Adolph Genthe zu Brunn am Wald bei Gföhl in Niederösterreich (vgl. Jahrg. II. dies. Jahrb. S. 223), Geßner und Pohl zu Müglitz in Mähren, welche seit einer Reihe von Jahren bestehen und als die bedeutendsten genannt zu werden verdienen. Wer sollte es glauben, daß alle Bleistifte, die in den fünf Welttheilen auf den Markt kommen, österreichische Landeskinder insofern sind, als der Kern des Bleistifts, nämlich der darin enthaltene Graphit aus Oesterreich stammt; wer sollte glauben, daß die Unzahl eiserner Kamine und Oefen in London, überhaupt in England und auf dem Continente, ihr graues, metallglänzendes Kleid von Oesterreich erhalten? Und dennoch ist es so, indem aller zu solchen Zwecken in Anwendung kommender Graphit aus Oesterreich stammt.

In der Gegend von Schwarzbach und Mugrau war es Fürst Schwarzenberg, der den Graphitbau angeregt und eine größere Ausdehnung desselben veranlaßt hat. In Brunn am Wald bei Gföhl war es der Bergwerksbesitzer Adolph Genthe, der die eigentliche rationelle bergmännische Gewinnung dieses anscheinend unbedeutenden und doch so hoch wichtigen Bergwerksproduktes einrichtete und einen zweckmäßigen Absatz in's Ausland bewirkte. Die Nachfrage nach gutem Graphit und der Consum desselben ist so bedeutend gestiegen, daß trotz der angestrengtesten Ausbeute der bestehenden Gruben der Bedarf kaum gedeckt werden kann.

Bei dieser Gelegenheit soll auch der englische Graphit, welcher vor Zeiten eine große Rolle spielte, durch Vorführung einiger authentischer Daten Erwähnung finden. Auf den britischen Inseln befand sich zur Zeit der Königin Elisabeth das einzige Graphitbergwerk in Cumberland an dem obersten Ende von Borrowdale auf der linken Thalseite gelegen. Das Gestein, in welchem die Baue betrieben wurden, ist ein grünstein=

artiger Porphyr. Zu jener Zeit wurden häufig reiche Anbrüche gefunden, so daß sich der Werth des jährlich gewonnenen Graphites auf die hohe Summe von 30000—40000 Pfd. Strl. belief. Der Graphit kam in dichten Stücken vor, welche je nach den Beimengungen der verunreinigenden Bestandtheile 30—40 Procent reinen Graphit (Kohlenstoff) enthielten. Während der österreichische Graphit aus leicht zerbröckelnden Stücken besteht, ließ sich der englische Graphit in Folge seiner festen Consistenz für manche technische Zwecke nicht wohl verwenden und wurden die Bleistifte einfach durch Zersägen des Graphits fabricirt; auch war dieser Graphit keineswegs so rein, wie man meistens annimmt, sondern enthielt fremde Bestandtheile in der Art beigemengt, daß dieselben durch Schlemmen nicht, sondern nur durch umständliche chemische Reinigungsprozesse daraus abgeschieden werden konnten. Demungeachtet bezahlte man noch im vorigen und diesem Jahrhundert die reinen faustgroßen Stücke mit 2 Pfd. Strl. per engl. Pfund Gewicht. Der noch jetzt hier und da vorkommende Graphit aus diesen Gruben kann nur als Rarität betrachtet werden und führt in England den Namen „pure Cumberland Lead“. Für Handel und Industrie hat demnach der oft noch so hoch gepriesene „englische Graphit“ beinahe keinen Werth mehr; er gehört der Vergangenheit an. Wie hoch aber seiner Zeit sein Werth geschätzt wurde, kann man daraus entnehmen, daß auf die Ausfuhr des unverarbeiteten Cumberland Leads Todesstrafe gesetzt war.

Betreffs der Art und Weise der Production und Verwendung des österreichischen Graphites dürfte noch Folgendes von Interesse sein. Wie es aus dem verschiedenen Vorkommen des Graphites (selbst oft ein und desselben Lagers) nicht anders zu erwarten, ist die Production in Bezug auf Quantität und Qualität eine sehr ungleichmäßige. Während in einzelnen Gruben eine größere Menge reinen Graphits gefördert wird, liefern andere Werke mehr oder ausschließlich unreinen Graphit, der nur 20—30 Procent wirklichen Graphit (Kohlenstoff) enthält und durch einen Schlemmprozeß für den Consumenten brauchbar gemacht werden muß. Es sind deshalb im Handel hauptsächlich zwei Graphitsorten vertreten, nämlich Naturgraphit und Schlemmgraphit oder Raffinade. Der erstere reine Graphit wird von den Graphithändlern, z. B. in England

von den sogenannten Graphitpackern (Black-Lead packers) zum Theil gemahlen und gesiebt oder in Blöckchen gepreßt und in kleine etiquettirte Packete gepackt für den Detailhändler zubereitet, von wo aus derselbe dann zum Maurer und Ofenputzer wandelt, von welchem er hauptsächlich zum Schwärzen der Oefen benutzt wird. Ebenso benutzen auch die Bleistiftfabrikanten den reinen Naturgraphit. Der Schlemmgraphit hingegen findet bei der Eisengießerei und Stahlfabrikation seit langer Zeit Verwendung, seit neuerer Zeit dient derselbe auch in der Filzhutfabrikation als vorzügliches Färbemittel der grauen Filzhüte. (Sehr bedeutende Quantitäten werden auch zu dem werthvollen schwarzen Graphitkitt oder „Mastix-Cement" des Handels verarbeitet. H.) Die Production der österreichischen Gruben ist in stetem Wachsen begriffen. Gegenwärtig werden circa 30000 Ctr. Naturgraphit und 70000 Ctr. Schlemmgraphit, also im Ganzen etwa 100,000 Ctr. Graphit im Jahr aus Oesterreich exportirt. (Vergl. über die Zusammensetzung verschiedener Graphitsorten Jahrgang IV. dieses Jahrbuchs S. 276.)

Im Jahrg. II. S. 221 machten wir auf die interessanten Untersuchungen von Brodie über Graphitsäure aufmerksam, nach welchen es wahrscheinlich ist, daß sich der Graphit nicht nur durch physikalische Eigenschaften, sondern auch durch ein besonderes chemisches Verhalten von der amorphen Kohle unterscheidet und durch welche Brodie veranlaßt wurde, dem im Graphit oder in der Form von Graphit vorkommenden Kohlenstoff, den Namen Graphium oder Graphon zu geben. In neuester Zeit hat M. Berthelot diese Studien fortgesetzt und empfiehlt das verschiedenartige Verhalten der Kohlenstoffmodificationen gegen Oxydationsmittel zur sogenannten Immediat-Analyse der verschiedenen Kohlenstoffarten, wobei man nur nöthig hat, den Kohlenstoff bei niedriger Temperatur zu oxydiren und die entstandenen Produkte zu untersuchen. Das hierbei einzuhaltende Oxydationsverfahren besteht in Folgendem: Der fein gepulverte Kohlenstoff wird mit dem fünffachen Gewicht fein gepulvertem chlorsaurem Kalium (vorsichtig) gemischt, zu der Mischung nach und nach rauchende Salpetersäure zugefügt, bis eine Art von Brei entsteht, das Ganze einige Stunden lang sich selbst überlassen und dann 3 oder 4 Tage ununterbrochen

auf 50—60° C. erwärmt. Nach Verlauf dieser Zeit verdünnt man mit Wasser und wäscht mit lauwarmem Wasser durch Decantation. Gewöhnlich ist es nöthig, dieselbe Reihe von Operationen 4, 5 oder 6 Mal oder noch häufiger zu wiederholen, wenn man die amorphen Kohlen ganz in Lösung bringen, oder die Graphite ganz oxydiren will. Man kann auf diese Weise sehr scharf die drei Hauptgruppen oder Modificationen des Kohlenstoffs von einander unterscheiden und sogar in einem Gemenge neben einander erkennen. Der Diamant wird nämlich bei obiger Behandlung nicht merklich oxydirt oder angegriffen; die verschiedenen Sorten von wirklichem Graphit werden in Graphitoxyde (Brodie's Graphitsäure) verwandelt, deren Eigenschaften beträchtlich variiren, je nach der Natur des oxydirten Graphits; die jedoch alle durch ihre Unlöslichkeit sowie dadurch characterisirt sind, daß sie sich beim Erhitzen heftig und unter Entzündung zersetzen. Die verschiedenen Sorten der amorphen Kohle endlich werden vollständig in gelbbraune, in Wasser lösliche Humussäuren verwandelt, deren Eigenschaften, je nach den Kohlen, aus welchen sie entstanden sind, variiren. Hat man z. B. ein Gemenge von Diamant, Graphit und amorpher Kohle, so wird letztere nach einer hinreichenden Wiederholung der oben beschriebenen Operationen vollständig in Lösung gehen, mit Zurücklassung eines Gemenges von Graphitoxyden und Diamant. Diese können durch Lösungsmittel nicht von einander getrennt werden. Man trocknet das Gemenge und erhitzt es in einer an einer Seite verschlossenen Röhre. Das Graphitoxyd wird zerstört und hinterläßt Pyrographitoxyd, welches von Neuem mit chlorsaurem Kalium und Salpetersäure oxydirt, lösliche Produkte und eine weit geringere Menge von Graphitoxyd liefert. Letzteres wird wieder erhitzt, das Pyrographitoxyd abermals oxydirt u. s. f. Nach 3—4 maliger Widerholung dieses Prozesses ist alles Graphitoxyd verschwunden und es bleibt nur Diamantpulver zurück.

Nach Berthelot kann man nun besonders drei wesentlich verschiedene Graphitsorten respektive Graphitoxyde unterscheiden, nämlich den natürlichen Graphit, den Graphit des Gußeisens und den elektrischen Graphit, der bei der Umwandlung verschiedener Kohlenvarietäten durch den elektrischen Flammenbogen entsteht. Diese drei Graphite bilden

jeder ein besonderes Graphitoxyd, Hydrographitoxyd und Pyrographitoxyd. — Das Graphitoxyd des natürlichen Graphits (Brodie's Graphitsäure) erscheint im feuchten Zustande in blaßgelben, glimmerartigen Flitterchen, unlöslich in allen neutralen, alkalischen oder sauren Lösungsmitteln. Es verändert sich bei fortgesetzten Oxydationsversuchen nicht weiter und enthält weder Chlor noch Stickstoff. Beim Trocknen, selbst bei gewöhnlicher Temperatur, häuft es sich zu braunen, amorphen zähen Platten zusammen, in welchen die ursprüngliche Structur verschwunden ist. Behandelt man diese Masse von Neuem mit chlorsaurem Kalium und Salpetersäure, so nimmt das Graphitoxyd wieder sein früheres Aussehen an, wird aber beim Trocknen wieder braun und amorph. Beim mehrstündigen Erhitzen mit 80 Theilen Jodwasserstoff von 2,0 spec. Gew. auf 280° entsteht Hydrographitoxyd als braune, amorphe, zusammenhängende, in allen Lösungsmitteln unlösliche, beim Erhitzen sich nicht entflammende Masse, die durch chlorsaures Kalium und Salpetersäure wieder in Graphitoxyd übergeführt wird. Beim vorsichtigen Erhitzen sehr kleiner Mengen des Graphitoxydes auf ungefähr 250° verwandelt sich dasselbe in ein schwarzes, leichtes, flockiges Pulver, in Pyrographitoxyd. — Das Graphitoxyd aus dem Graphit des Gußeisens bildet weniger deutlich ausgebildete grünlich gelbe Schuppen, die beim Trocknen sich nicht zusammenhäufen und braun werden, sondern ihre gelbe oder grünlichgelbe Farbe beibehalten. Mit Jodwasserstoff liefert es ein braunes Hydroxyd, das sich beim Erhitzen unter Aufschwellen zersetzt und dabei zugleich eine beträchtliche Menge von Jod entwickelt. Beim Erhitzen zersetzt es sich unter lebhaftem Verbrennen und Aufschwellen zu Pyrographitoxyd. — Das Graphitoxyd aus elektrischem Graphit ist ein kastanienbraunes Pulver, welches sich beim Trocknen nicht merklich zusammenhäuft und ein Hydroxyd bildet, das sich beim Erhitzen zersetzt, ohne aufzuschwellen. Das Pyrooxyd ist ein schweres, nicht flockiges Pulver, das bei erneuerter Behandlung mit chlorsaurem Kalium und Salpetersäure fast vollständig verschwindet.

Bei der Behandlung verschiedener Sorten von amorpher Kohle mit chlorsaurem Kalium und Salpetersäure fand Ber-

thelot, daß die Koks, die metallische Kohle, welche sich beim Durchleiten von Kohlenwasserstoffen durch eine glühende Porzellanröhre abscheidet, die verschiedenen Sorten von Gaskohle (sogenannter künstlicher Graphit) die verschiedenen Anthracit-Sorten, der Ruß, die Thierkohle und die kohlige Substanz im Meteorstein von Orgueil sämmtlich zu derselben Gruppe, wie die gewöhnliche Holzkohle gehören. Sie werden durch eine Mischung von chlorsaurem Kalium und Salpetersäure sämmtlich ohne Bildung von Graphitoxyden und ohne Zurücklassung von Diamant aufgelöst; nur einige Kokssorten und der Ruß lieferten eine Spur von Graphitoxyden. Durch bloses Erhitzen im Wasserstoffgasstrome bei Weißgluth kann man nicht von der einen Kohlengruppe zur anderen gelangen; auch Chlor verwandelt in der Weißgluth weder die Holzkohle in Graphit, noch den Graphit in amorphe Kohle. Entzündet man aber eine dünne Stange Gaskohle im Sauerstoff und löscht, sobald die Spitze in vollem Glühen ist, rasch durch Eintauchen in Wasser aus, so zeigt sich bei nachheriger Untersuchung, daß die äußerste Spitze eine kleine Menge Graphit enthält, dasselbe findet bei unvollständigen Verbrennungen statt und daher enthalten Koks und Ruß Spuren von Graphit. Die Kohle, welche sich beim Erhitzen von kohlensaurem Natrium mit Natrium bildet, besteht größtentheils aus Graphit. Der in dem Roheisen chemisch gebundene Kohlenstoff ist ein Gemenge von amorpher Kohle mit etwas Graphit.

Einige interessante Mittheilungen, welchen wir hier eine Stelle einräumen wollen, hat Dr. E. Richters in Waldenburg über die Veränderungen der Steinkohle beim Erhitzen gemacht. Erhitzt man nämlich Steinkohlenpulver, welches unter dem Exficcator bis zum Constantbleiben des Gewichtes getrocknet worden, in einem Trockenschrank auf 180—200° C., so bemerkt man schon nach kurzer Zeit eine Gewichtszunahme, die nach 12stündigem Erhitzen bereits mehrere Procente vom ursprünglichen Gewichte beträgt und nach ungefähr 20 Stunden ihr Maximum erreicht, indem nach dieser Zeit das Gewicht wieder anfängt abzunehmen. Die Kohle, welche an Gewicht zugenommen, hat mit nicht erhitzt gewesener kaum mehr als das Ansehen, welches unverändert geblieben ist, gemein. Sie unterscheidet sich von letzterer: 1. durch das spec. Gew.,

welches erheblich zugenommen hat; 2. durch ihre chemische Zusammensetzung; 3. durch ihr Verhalten beim Glühen, respective beim Verkohlen; 4. durch ihre viel größere Fähigkeit, Feuchtigtigkeit aus der Atmosphäre auszuziehen. Die erhitzte Kohle — wie sie kurz bezeichnet werden mag — giebt beim Glühen im Tiegel keinen Koks, selbst wenn die ursprüngliche Kohle zu der vorzüglich backenden gehörte; sie zählt zu den Sandkohlen im eigentlichsten Sinne des Wortes. Die Veränderungen, welche ihr Aussehen durch das Glühen erleidet, sind so unbedeutend, daß sich die geglühte von der ungeglühten Kohle kaum oder gar nicht unterscheidet. Glüht man rasch, so tritt ein außerordentlich starkes Aufbrausen ein. Die entweichenden Gase, welche eine Menge von Kohlepartikelchen mit fortreißen, brennen mit leuchtender, durchaus nicht rauchender Flamme. Glüht man im bedeckten Tiegel bis zum vollständigen Aufhören jeder wahrnehmbaren Gasentwicklung, so hat ein weiteres Erhitzen, sofern es nicht zu lange fortgesetzt wird, nur eine sehr geringe Gewichtsabnahme zur Folge. Die bei der trockenen Destillation zuerst auftretenden Produkte röthen das Lackmuspapier stark und andauernd. Die erhitzte Kohle verhält sich also in dieser Beziehung wie Holz oder die jüngeren Fossile Torf und Braunkohle. Erst später treten alkalisch reagirende Dämpfe auf. Eine Bildung und Abscheidung von Theer findet durchaus nicht statt. Beim Liegen in feuchter Luft nimmt die erhitzte Kohle gegen 5 Proc. Wasser auf, welches sie beim Erwärmen auf 105° C. wieder verliert. In Betreff ihrer Zusammensetzung ist hervorzuheben, daß sie bedeutend weniger Kohlenstoff und Wasserstoff, dafür aber erheblich mehr Sauerstoff (und Stickstoff?) enthält, als die ursprüngliche nicht erhitzte Kohle. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß beim Erhitzen der Steinkohle auf 200° ein Theil des in derselben enthaltenen Kohlenstoffs und Wasserstoffs entweicht, während dafür Sauerstoff aufgenommen wird und es ist sehr wahrscheinlich, daß sich der austretende Wasserstoff zu Wasser, der Kohlenstoff zu Kohlensäure oxydirt, während der eintretende Sauerstoff sich mit den zurückbleibenden Theilen vereinigt. Die Veränderungen im spec. Gew. und in der chemischen Zusammensetzung, welche die Kohle beim Erhitzen erleidet, sind in folgender Tabelle zusammengestellt; die untersuchten Kohlen stammen sämmtlich aus

| Kohle | Chemische Zusammensetzung der getrockneten Kohle. | | | | Chemische Zusammensetzung der erhitzten Kohle. | | | | Glührückstand. | Zusammensetzung des Glührückstandes der erhitzten Kohle. | | | | Spec. Gew. der getrockneten Kohle. | Spec. Gew. der erhitzten Kohle. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | H | O u. N | Asche | C | H | O u. N | Asche | | C | H | O u. N | Asche | | |
| a | 84,69 | 3,97 | 5,38 | 6,01 | 78,44 | 2,62 | 13,50 | 5,44 | 77,4 | 88,23 | 1,25 | 3,52 | 7,00 | 1,327 | 1,495 |
| b | 84,03 | 3,57 | 7,10 | 5,30 | 78,14 | 2,72 | 13,62 | 5,52 | 77,5 | 88,04 | 1,23 | 3,60 | 7,13 | 1,319 | 1,496 |
| c | 86,99 | 4,26 | 4,97 | 3,78 | 77,98 | 2,55 | 14,28 | 5,19 | 78,1 | 90,67 | 1,15 | 3,64 | 4,54 | 1,280 | 1,479 |
| d | 81,52 | 4,34 | 10,44 | 3,70 | 72,66 | 2,39 | 21,93 | 3,02 | 67,54 | 89,10 | 0,65 | 5,72 | 4,53 | 1,288 | 1,469 |
| e | 82,12 | 4,64 | 10,88 | 2,36 | 74,32 | 2,82 | 20,75 | 2,11 | 68,52 | 91,77 | 0,83 | 4,40 | 3,00 | 1,275 | 1,714 |
| f | 79,59 | 4,74 | 10,75 | 4,92 | 70,84 | 6,63 | 21,50 | 5,03 | 67,59 | 87,03 | 0,90 | 5,46 | 6,61 | 1,299 | 1,453 |

Waldenburger Gruben. Die Kohlen a, b, c wurden gleichzeitig 12 Stunden lang erhitzt; die bezüglichen Gewichtszunahmen betrugen 4,12; 4,45; 4,07 Procent; die Kohlen d, e, f wurden 20 Stunden lang erhitzt. Die Gewichtszunahme betrug 4,62; 3,92; 3,24 Procent. Nach weiterem 5stündigem Erhitzen, nach welchem die Analyse vorgenommen wurde, hatte d um 0,67 Proc., e um 0,63 Proc. und f um 0,77 Proc. an Gewicht abgenommen. „Als Glührückstand" ist in der Tabelle die beim Erhitzen bis zum völligen Auhören aller Gasentwicklung zurückbleibende Masse bezeichnet; es zeigt sich constant, daß deren Sauerstoffgehalt zunimmt mit dem der erhitzten Kohle. Das spec. Gew. wurde bei 19° C. bestimmt.

## Kohlenoxydgas ƐΘ (früher CO).

Dieses Oxyd des Kohlenstoffs, welches sich besonders bei unvollkommener Verbrennung des letzteren bildet, ist ein farbloses, permanentes, geruchloses Gas, welches sich durch die Sinnesorgane nicht von der atmosphärischen Luft unterscheiden läßt. Sein spec. Gew. ist = 0,969; brennende Körper erlöschen darin; dagegen verbrennt es selbst bei Luftzutritt zu Kohlensäuregas. Es wirkt, selbst wenn es mit sehr viel Luft vermischt eingeathmet wird, giftig und zwar in ähnlicher Weise, wie die stark narkotischen Gifte. Von einer Lösung von Kupferchlorür in Salzsäure oder Ammoniak wird es in bedeutender Menge absorbirt. Palladiumchlorürlösung färbt sich, wenn sie mit Kohlenoxydgas in Berührung kommt, erst braun, dann schwarz und zuletzt entsteht ein Niederschlag. Das Kohlenoxyd ist der giftige Bestandtheil des so gefährlichen Kohlendampfes und findet sich in der Atmosphäre unserer Wohnungen zum großen Nachtheil für unsere Gesundheit weit häufiger, als man zu glauben geneigt ist. Die folgenden, den Industrie-Blättern entnommenen Mittheilungen über diesen Gegenstand, geben eine wahrheitsgetreue Schilderung der uns durch den Kohlenoxydgehalt der Zimmerluft drohenden Gefahren; dieselben sind als eine ernste Mahnung zur Vorsicht und Abschaffung mancher schlechter Einrichtungen, sowohl den Behörden, als Privatpersonen angelegentlichst zur Berücksichtigung zu empfehlen. Es wird gegenwärtig im Interesse der Gesundheitspflege bereits Großes geleistet. So lange man jedoch nicht alle das Wohl-

befinden der Menschheit störenden Ursachen, soweit dies möglich ist, zu beseitigen sucht, kann man nur auf einen, zu den erforderlichen Opfern verhältnißmäßig geringen Erfolg rechnen. — In der betreffenden Abhandlung heißt es unter Anderem: Das giftige Kohlenoxydgas ist ein regelmäßiger Bestandtheil nicht nur des Leuchtgases, sondern auch des Kohlendunstes. Unter Kohlendunst versteht man jenes bald riechende, bald geruchlose, bald sichtbare, bald unsichtbare Gasgemenge, welches beim Verbrennen eines beliebigen Heiz- und Beleuchtungsmaterials meistens mit als Produkt dieser Verbrennung entsteht und in die Zimmerluft entweicht. Also jede heizende Ofenthätigkeit, sei es Holz-, Braun-, Stein- oder Fettkohlenbrand; ebenso unter ungünstigen Umständen jede Gas-, Petroleum-, Oel- oder Kerzenbeleuchtung kann jenes oben genannte gefährliche Gift erzeugen und in jedem geschlossenen Wohnraum, wenn nicht durch beständige Ventilation und praktische Einrichtung der Kamin- oder Rohrzüge für Ableitung dieses Giftgases gesorgt und durch zweckmäßigste Construction der Heiz- und Beleuchtungsapparate der Entwicklung des Kohlenoxydes möglichst vorgebeugt wird, ist die Athmungsluft verdorben und wir athmen mit jedem Zuge eine Luft ein, die unser Blut langsam vergiftet. Diese Thatsachen lassen uns schon ahnen, welch' hohe Tragweite seit Menschengedenken besonders zur Winterszeit in Schule und Haus, in Küche, Wohn- und Schlafzimmer die Kohlendunstfrage für die öffentliche Gesundheitspflege gehabt hat. Aerzte und Chemiker haben sich denn auch schon längst eingehend mit diesem Gegenstande beschäftigt und beobachtet, daß die Kohlenoxydvergiftung entweder in acutem Verlaufe einen raschen Tod unter Convulsionen und Lähmungen herbeiführt, oder sich zur chronischen Krankheit ausbildet und eine ganze Reihe von Beschwerden veranlaßt, so namentlich heftigen Kopfschmerz, starren Blick und Spannung der Augen, Brennen der Wangen, Beengung des Athmens, trockne Zunge und Lippen, unnatürlicher Durst, Herzklopfen, Kälte der Hände und Füße, Zittern der Glieder und oft längeres Siechthum. Man weiß, daß in manchen Häusern, namentlich solchen mit schlechten Heizeinrichtungen, wo die von noch glimmendem Brennstoff entweichenden Gase theilweise in die Wohnräume treten, besonders zur Winterszeit die Bewohner von mehr oder weniger

schweren Leiden, die sich auf die alltägliche schädliche Wirkung geringer Kohlenoxydmengen zurückführen lassen, befallen und daß hiervon zunächst diejenigen betroffen werden, welche wegen zu hoher Jugend oder zu hohen Alters, wegen Krankheit oder Berufsgeschäften gezwungen sind, den ganzen Tag im Zimmer zu verweilen. Man weiß ferner, daß ganz besonders gefährlich jene alten eisernen Oefen sind, die man leider noch immer in vielen Wohn- und ganz besonders häufig in Schulzimmern findet. Sind nämlich die Wände der Oefen oder Ofenrohre bis zu einem gewissen Grade dünn gebrannt oder letztere gar siebförmig fein durchlöchert und abgeblättert, was unter 100 Fällen wohl 50 Mal nachzuweisen ist, dann tritt die bestimmt erwiesene Erscheinung ein, daß bei einem gewissen Höhegrade der Ofengluth reines geruchloses Kohlenoxydgas durch die Poren der Ofen- und Rohrwände zwar langsam und in kleinen Mengen, aber Stunden und Tage lang in die Zimmerluft überströmt (vgl. Jahrg. IV. dies. Jahrb. S. 31) und letztere verschlechtert, während die riechenden Verbrennungsprodukte allerdings den Weg zum Schornstein innehalten. Wie verderblich müssen derartige Mißstände in den Schulen wirken, wo zum Ueberfluß die Oefen von unverständigen Aufwärtern mit dem auf Staats- oder Gemeindekosten gelieferten Brennmaterial meist ganz unvernünftig geheizt werden, oder wo, wie auf manchen Dörfern, das ökonomische Interesse des zur Schulheizung verpflichteten Lehrers häufig dadurch Veranlassung zu stärkerer Kohlenoxydentwicklung giebt, daß der Lehrer die Ofenklappe, um die Hitze zurückzuhalten, theilweise schließt. Dieser, wenn auch nur theilweise Verschluß der Ofenklappe befördert insofern die Entstehung von Kohlenoxydgas, als er den Luftzutritt zum Feuer oder den Luftzug durch den Brennstoff vermindert und zugleich das Entweichen der kohlenoxydreichen Feuerluft erschwert. In Folge dessen tritt dann eine größere Menge von Kohlenoxyd in den Zimmerraum und die Fälle sind nicht selten, wo durch einen solchen Mißgriff tödtliche Vergiftungen herbeigeführt wurden. Ist nun im Winter die Luft der Schulzimmer durch die erwähnten schlechten Einrichtungen bis zu einem gewissen Grade vergiftet, so darf man sich nicht wundern, daß unter solchen Verhältnissen, wo die in der Entwicklung stehenden jugendlichen Körper täglich während vieler Stunden eine

so schlechte Luft einathmen müssen, häufig massenhafte Erkrankungen der Kinder, namentlich bei beginnendem Frühjahre eintreten. Sicherlich tragen diese Mißstände viel dazu bei, in den Winter- und Frühlingsmonaten die häufigen Massenerkrankungen und Siechthum zu befördern. Der Laie beschuldigt zwar meist die im Winter herrschende nasse oder trockene Kälte; die Wissenschaft dagegen deckt, so paradox diese Behauptung klingen mag, die im Winter herrschende große Hitze als häufige Ursache jener auffallenden Erkrankungs- und Sterblichkeitssteigerung auf. Wir sehen auch wirklich, daß die Todescandidaten der rauhen Jahreszeit nur ausnahmsweise und blos vereinzelt aus der Reihe derjenigen Individuen recrutirt werden, die den ganzen Tag über in der freien Luft sich bewegen, wie Forstbeamte, Jäger, Fuhrleute u. s. w. Meist Greise, Kinder und Gebrechliche, die bei Tage und wo möglich bei Nacht hinter dem heißen Ofen „sich schonen müssen", Schulkinder, Soldaten, Klöster- und Spitalbewohner, die in den abgeschlossenen, durchheizten Sälen der Schulen, Casernen, Klöster und Lazarethe zu athmen gezwungen sind, weisen in den Wintermonaten ein Sinken des Gesundheitszustandes nach. Spräche übrigens die Wissenschaft auch nicht so bestimmt für die Richtigkeit unserer Behauptung, daß eine kohlenoxydhaltige Luft zum Athmen, auf die Dauer die Gesundheit schwer schädigen muß, so fühlt bei einiger Selbstbeobachtung der Laie unschwer das Unbehagliche und Nachtheilige des Aufenthaltes in einem mit mangelhaften Vorrichtungen geheizten und beleuchteten Wohn- oder Schlafzimmer. Wer sich z. B. daran gewöhnt hat, im Winter in kalten Räumen zu schlafen, wird, wenn er ausnahmsweise einmal in einem stark geheizten Zimmer schlafen mußte, anstatt gestärkt wie gewöhnlich, mit dumpfem Kopfschmerz erwachen, Schwindel empfinden und verstimmt sein. Ein solches Unbehagen kann die Zimmerwärme allein, während der acht Schlafstunden kaum erzeugt haben, schlafen wir doch im Sommer oft bei höherem Temperaturgrade, ohne beim Erwachen unwohl zu sein; es muß hier eine andere Ursache einwirken und in der That, eine chemische Reaction belehrt uns, daß in der Luft solcher stark geheizter Zimmer etwas Kohlenoxyd enthalten ist. Bringen wir nämlich in einen solchen Raum eine Palladiumchlorürlösung, so bemerken wir, daß sich dieselbe erst bräunt, dann schwärzt und

zuweilen trübt, welche Veränderungen das Kohlenoxyd in dieser Flüssigkeit hervorzurufen vermag. Dadurch erklärt sich die Thatsache, daß wir im Sommer eine Temperatur von 25° C. ohne Beschwerden ertragen, während uns im Winter die auf 25° C. erwärmte Luft eines Zimmers, besonders wenn darin ein dünnwandiger eiserner Ofen glüht und keine Ventilation vorhanden ist, nach nur mehrstündigem Aufenthalte unerträglich wird. Das Athmen erfolgt dann mühsamer, der Kopf ist dumpf, die Augen sind gespannt, das Gesicht geröthet und heiß, dabei stellt sich anfangs Erkühlen der Hände und Füße ein, leises rieselndes Frösteln im Rücken und unerklärliches Angst- und Schwindelgefühl. Eine Zimmerluft, die dieses körperliche Mißbehagen erzeugt, wird gewöhnlich als „zu trocken" bezeichnet. Stellt man jedoch eine Schale mit Wasser in ein solches Zimmer, so wird dadurch keine Besserung erzielt, wie dies doch der Fall sein müßte, wenn wirklich zu trockne Luft die schädliche Wirkung bedingen würde. Der Grund der Schädlichkeit liegt im Kohlenoxydgehalt. Das Kohlenoxydgas verdrängt, wenn es eingeathmet wird, gleichsam den Sauerstoff aus dem Blute, nimmt dessen Stelle ein und in je stärkerem Grade dies geschieht, desto mehr wird das Blut verschlechtert und unfähig zur Unterhaltung der Körperfunktionen. In Folge dessen treten die angedeuteten Krankheitserscheinungen und selbst der Tod ein. Diese wichtigen Thatsachen werden leider immer noch zu wenig beachtet und man kann daher nicht eindringlich genug vor jenen schleichenden Gesundheitsschädigungen warnen, denen die Menschen in Schule und Haus ausgesetzt sind. Ausführlicheres hierüber findet man in der vom Königl. preußischen Ministerium empfohlenen kleinen Schrift: „Der Kohlendunst in seiner giftigen Wirkung auf den menschlichen Körper" (im Verlag von C. Quos in Linnich im Regierungsbezirk Aachen).

## Schwefelkohlenstoff = $CS_2$.

Gewöhnlich nimmt man an, der Schwefelkohlenstoffdampf werde durch Glühhitze nicht zersetzt, weil er sich bei einer solchen Temperatur bildet. Nach einigen hierauf bezüglichen Versuchen von W. Stein bestätigt sich diese Annahme nur dann, wenn man den Schwefelkohlenstoff nur zur beginnenden Roth-

gluth erhitzt oder in einem ganz mit haselnußgroßen Stücken von gut ausgeglühter Holzkohle erfüllten Apparate einer lebhafteren Glühhitze aussetzt. Leitet man dagegen Schwefelkohlenstoffdampf z. B. durch ein zur Hellrothgluth erhitztes, mit Porzellanscherben gefülltes Rohr von schwer schmelzbarem (böhmischem) Glas, so zersetzt er sich wenigstens theilweise zu Kohle, die sich auf der Oberfläche der Porzellanscherben ansetzt und zu Schwefel, welcher sich verflüchtigt. Dasselbe geschieht beim Glühen in einem Rohre, das nicht ganz mit Holzkhlen angefüllt worden. W. Stein macht darauf aufmerksam, daß diese Beobachtungen für die Praxis der Schwefelkohlenstoffbereitung insofern nicht ohne Interesse sein werden, als sie uns lehren, daß Verluste an Schwefelkohlenstoff entstehen, wenn der Apparat nicht fortwährend mit Kohlen gefüllt erhalten wird.

Auch der Wirkung des directen Sonnenlichtes vermag der Schwefelkohlenstoff nicht zu widerstehen, wie O. Löw in New-York, der Entdecker des Kohlenstoffsesquisulfids (vgl. Jahrg. III dies. Jahrb., S. 323) nachgewiesen hat. Nach O. Löw färbt sich chemisch reiner Schwefelkohlenstoff schon nach kurzer Einwirkung des Sonnenlichtes gelblich uud nach und nach findet die Ausscheidung eines braunen Körpers statt. Setzt man eine Anzahl zugeschmolzener Glasröhren, die mit Schwefelkohlenstoff gefüllt sind, den directen Sonnenstrahlen einige Monate lang aus, so findet man die Wandungen derselben mit dieser braunen Substanz vollständig überzogen, was dem Lichte das fernere Eindringen sehr erschwert. Dieser Uebelstand läßt sich jedoch dadurch beseitigen, daß man in die Röhren eine Quantität Wasser mit einschließt; das Wasser selbst enthält nachher eine geringe Menge von Ameisensäure. Entfernt man die wäßrige Schicht und filtrirt das, nun freien Schwefel enthaltende Kohlensulfid ab, so bleibt auf dem Filter ein lockerer, sehr voluminöser, aus Schwefel und Kohlenstoff bestehender Körper, der in allen seinen Eigenschaften dem Kohlenstoffsesquisulfid gleicht. Beim Erhitzen zerlegt er sich direct in seine Elemente; Kohle bleibt, Schwefel verdampft. In Alkohol, Aether oder Schwefelkohlenstoff ist er unlöslich; kochende Kalilauge löst ihn unter Zersetzung. Eine Analyse konnte wegen zu geringer Menge nicht ausgeführt werden.

Löw bemerkt noch hierzu: Man sollte aus Analogie

schließen, daß die Kohlensäure unter denselben Umständen, wie das entstehende Sulfid durch directes Sonnenlicht eine Reduction erfahren müßte, allein die zahlreichen, vielfach modificirten, in dieser Richtung angestellten Versuche waren alle vergeblich. Dennoch spricht Löw die Ueberzeugung aus, daß es noch gelingen muß, Kohlensäure und Wasser, außerhalb des Pflanzenkörpers und mit alleiniger reducirender Wirkung des Sonnenlichtes, ebenso zu reduciren, wie dies in den Organen der Vegetabilien geschieht. Dieser Prozeß müsse dem Auftreten von Pflanzen auf der Erde nothwendigerweise vorausgegangen sein und sei die Grundlage der Generatio spontanea gewesen, die ebenfalls, wenn man der Consequenz des Denkvermögens einiges Zutrauen schenken dürfe, existirt haben müsse. Eine Bestätigung dieser Ansicht würde von größtem wissenschaftlichem Interesse sein.

### Stickstoff.

Salpetersäure = $HN\Theta_3$ (früher = $HO,NO_5$).

Um geringe Spuren von Salpetersäure nachzuweisen, hat C. D. Braun nachstehendes Verfahren als sehr zuverlässig empfohlen: In ein Uhrglas gieße man etwa 1 Kubikcentimeter reine concentrirte Schwefelsäure (von 1,84 spec. Gew.) und setzte dann tropfenweise ½ Cubikcentimeter schwefelsaure Anilinlösung zu, die man durch Auflösen von 10 Tropfen käuflichem Anilin in 50 Kubikcentimeter verdünnter Schwefelsäure (1 : 6) bereitet. Mit der auf Salpetersäure zu prüfenden Flüssigkeit benetzt man nun einen Glasstab und fährt mit diesem kreisförmig am Rande durch die Probemischung. Bläst man sodann einige Male über die Flüssigkeit, damit sich diese langsam mischt, so erscheinen, wenn Spuren von Salpetersäure anwesend sind, intensiv fleischrothe Kreisbogen oder Striche und allmälig färbt sich die ganze Flüssigkeit rosenroth. Enthält die zu prüfende Flüssigkeit etwas mehr Salpetersäure, so erscheint die Flüssigkeit carminfarben, bei noch mehr Salpetersäure tief roth oder schmutzig braunroth. — Auf diese Weise kann man z. B. sehr bequem die käufliche Schwefelsäure auf einen Gehalt an Salpetersäure prüfen, auch in dem Brunnenwasser, im Regenwasser nach Gewittern u. s. w. die kleinsten Spuren von Salpetersäure nachweisen. Der einzige Mangel dieser Prüfung besteht darin, daß

die salpetrige Säure die nämliche Reaction giebt. Man kann die salpetrige Säure jedoch dadurch von der Salpetersäure unterscheiden und neben dieser erkennen, daß dünner Stärkekleister, der vorher mit etwas Jodkalium versetzt und mit einem Tropfen Salpetersäure angesäuert worden, dadurch blau (von entstehender Jodstärke) gefärbt wird.

## Antimon.

Die Reinigung des käuflichen Antimons (regulus antimonii), welches gewöhnlich Kupfer, Arsen, Blei, Eisen und Schwefel enthält, ist nicht ganz leicht; sie beruht darauf, daß man das rohe Antimon in Gegenwart von anderen Substanzen, sogenannten Zusätzen oder Flußmitteln, welche demselben die darin vorkommenden fremden Metalle entziehen (indem sie diese in eine Schlacke überführen) ein oder mehrmals umschmilzt. Von den verschiedenen hierzu gegebenen Vorschriften sind nach einer Mittheilung der Chemical News besonders folgende beachtenswerth:

Auf den Enthoven Lead Works in der Nähe von London wird das rohe Antimon, seinem größeren oder geringeren Eisengehalte entsprechend, den man nach dem Ansehen des Bruchs beurtheilt, sortirt. Die eisenreichen Stücke werden mit den eisenarmen zusammengeschmolzen; je 70—80 Pfund dieses Gemisches werden mit Kochsalz versetzt und 1 bis 1½ Stunden im geschmolzenen Zustande erhalten; dann wird das Metall in halbkugelförmige eiserne Formen gegossen und nach dem Abschlacken zu Stücken zerschlagen. Diese werden wiederum sorgfältig sortirt, so daß man ein passendes Gemenge erhält und dann in Chargen von 60—70 Pfd. mit 1 bis 2 Pfd. kohlensaurem Kalium (Pottasche) und 10 Pfd. Schlacke von einem früheren Schmelzprozeß eingeschmolzen. Sobald die Charge in Fluß gerathen ist, wird sie mittels einer eisernen Stange umgerührt; der Grad, bis zu welchem die Reinigung vorgeschritten ist, wird nach dem Ansehen der Schlacke beurtheilt. Erscheint diese glänzend und von tief schwarzer Farbe, so wird das Metall in Formen gegossen und bis zum Erkalten mit Schlacken bedeckt erhalten. Auf diese Weise kann ein Arbeiter binnen 12 Stunden 15 bis 17 Centr. rohen Regulus reinigen.

In den Antimonhütten zu Septémes und Bouc wird jeder

Tiegel mit 44 Pfd. rohem Regulus und 12—16 Pfd. eines Gemenges beschickt, welches aus schwefelsaurem und kohlensaurem Natrium, mit etwas Kochsalz versetzt und einem abgeröſteten Grauantimonerz besteht. Je 20 solcher Tiegel werden auf dem Herde eines Flammofens sechs Stunden zu mäßiger Rothgluth erhitzt und in dieser Temperatur erhalten, wobei 4—5 Centr. Steinkohlen verbraucht werden. Das raffinirte Metall wird in metallenen Formen zu Zainen, Blöcken oder Halbkugeln von 20 bis 25 Pfund Gewicht vergossen und nach dem Erkalten abgeschlackt. Dieses Abschlacken bewerkstelligt man immer erst nach dem Erkalten oder Erstarren, damit die Güsse die im Handel so beliebte sternförmige (dem Farrnkraut ähnliche Krystallgebilde zeigende) Oberfläche erhalten. Auch müssen die Formen vor jeder Erschütterung geschützt werden. Das kohlensaure Natrium wirkt insofern reinigend auf das Antimon, als es das in demselben vorhandene oder aus dem Schwefel des Glaubersalzes entstandene Schwefelarsen zersetzt, unter Entstehung von Kohlensäure, arseniger Säure und Schwefelnatrium. Das letztere verbindet sich mit vorhandenem Schwefelkupfer, Schwefeleisen und übrig gebliebenem Schwefelarsen, während sich zugleich arsenigsaures Natrium bildet und mit den Schwefelmetallen in die Schlacke übergeht. Zur vollständigen Entfernung des Arsens ist wiederholtes Umschmelzen mit Soda erforderlich; durch einen geringen Eisengehalt wird die Reinigung erleichtert, indem sich eine dem Arsenkies ähnliche Verbindung bildet. Enthält das zu reinigende rohe Antimon kein Eisen, so muß man demselben etwas Schwefeleisen zusetzen.

Von älteren, auch in kleinerem Maßstabe ausführbaren Methoden, sind hauptsächlich folgende in Anwendung gekommen: Nach Wöhler soll man das Antimon mit 1¼ Thl. seines Gewichtes Natronsalpeter und ½ Thl. kohlensaurem Natrium bis zum schwachen Glühen erhitzen, die Masse mit Wasser auslaugen, in welchem sich das hierdurch entstandene arsensaure Natrium auflöst, während antimonsaures Natrium ungelöst bleibt, gesammelt, getrocknet und durch Zusammenschmelzen mit Weinstein reducirt wird. Berzelius hatte empfohlen 2 Thle. des Metalls mit 1 Thl. antimonsaurem Antimonoxyd zusammenzuschmelzen. Nach Muspratt soll man 4 Thl. des rohen Antimons mit 1 Thl. Braunstein zusammenschmelzen und den er=

haltenen Regulus wiederholt mit 1/10 seines Gewichtes Pottasche umschmelzen. Nach Bensch endlich erhält man einen völlig arsenfreien Antimonregulus, indem man 16 Thle. des rohen Antimons mit 2 Thl. trockenem kohlensaurem Natrium eine Stunde lang in einem Thontiegel schmilzt, nach dem Erkalten den Regulus abschlackt, hierauf nochmals mit 1 1/2 Thln. trockenem kohlensaurem Natrium eine Stunde lang schmilzt und dieses Umschmelzen mit 1 Thl. desselben Flußmittels zum dritten Male wiederholt. Soll jedoch dieses Verfahren seinen Zweck erreichen, so muß das zu reinigende Antimon stark eisenhaltig sein.

Zur Darstellung von Antimonoxyd hat W. Lindner folgende einfache Methode empfohlen: Gepulvertes natürliches Schwefelantimon wird mit einer ziemlich concentrirten Lösung von Eisenoxyd, unter Zusatz von etwas Salzsäure gekocht. Ohne jedes Auftreten von Schwefelwasserstoffgas ist in kurzer Zeit das Antimon gelöst und aller Schwefel ausgeschieden. Durch Verdünnung der Lösung mit Wasser und Auswaschen des Niederschlages erhält man ein sehr reines Algarothpulver, woraus durch Soda das reine Antimonoxyd abgeschieden werden kann.

## Zinn.

Die natürlich vorkommenden Zinnerze enthalten zuweilen bedeutende Quantitäten von Wolframerz (wolframsaurem Eisen und Mangan) beigemischt. Letzteres läßt sich mittels der gewöhnlichen Aufbereitungsmethoden, durch Rösten und nachheriges Verwaschen, vom Zinnoxyd nicht trennen, weil es durch bloßes Erhitzen nicht angegriffen wird; und da sein spec. Gew. bedeutender ist, als das des Zinnerzes (Zinnsteins), so bleibt es ungeachtet der sorgfältigsten nassen Aufbereitung dem letzteren beigemengt. Die Zinngewinnung aus wolframhaltigen Zinnerzen ist daher zur Zeit eine schwierige und umständliche. Robert Oxland empfiehlt nun folgendes Verfahren zur Reinigung der Zinnerze von Wolfram als einfach und rasch ausführbar: Man soll zunächst den Gehalt des zu verarbeitenden Zinnerzes an beigemengtem Wolfram auf analytischem Wege ermitteln, hierauf die trockenen Zinngraupen oder Schlieche mit so viel Rohsoda vermischen, daß auf 1 Aequivalent Wolfram=

säure 1 Aequivalent kohlensaures Natrium kömmt und dieses Gemenge in einem Flammofen mit gußeiserner Herdsohle zur Dunkelrothgluth erhitzen. Bei dieser Behandlung wird das Wolframmineral aufgeschlossen, es entsteht wolframsaures Natrium und das im Wolfram enthaltene Eisen und Mangan verwandelt sich in Eisenoxyd und Manganoxyd; der Zinnstein selbst (natürliches Zinnoxyd) bleibt bei gut geleiteter Operation unverbunden. Das Erhitzen oder Calciniren in Flammofen muß, um die genannte Zersetzung des Wolframs vollständig herbeizuführen, wesentlich ein oxydirendes Schmelzen sein und die Flamme muß demgemäß regulirt werden. Die Charge selbst darf beim Ausziehen aus dem Ofen nicht breiförmig erscheinen. Noch im heißen Zustande wird sie in eine Reihe von Auslaugesümpfen eingetragen, die theilweise mit Wasser gefüllt sind, welches durch die heiße Masse bis zum Sieden erhitzt wird. Nach kurzem Verweilen der Masse in den Sümpfen wird die inzwischen klar und hell gewordene Lauge vorsichtig abgezogen. Ist dieselbe concentrirt genug, so stellt man sie zum Krystallisiren hin; wenn nicht, so wird sie erst noch eingedampft. Die dabei fallenden schwächeren Laugen können anstatt des Wassers zum Extrahiren frischer Chargen des calcinirten Erzes benutzt werden. Nachdem alles Lösliche extrahirt worden, werden die unlöslichen Theile der Charge (Zinnoxyd mit Eisenoxyd und Manganoxyd) aus den Sümpfen oder Auslaugefässern ausgeschlagen und ohne weiter gepocht zu werden, einer Reihe von Verwaschungen und Schlemmungen unterworfen, wobei die Graupen oder Schlieche von Zeit zu Zeit ausgekrählt werden, so daß das Eisenoxyd und Manganoxyd vom schwereren Zinnoxyd abgeschlemmt wird. Die letzten Spuren von diesen Oxyden können schließlich durch mehrstündiges Digeriren mit Salzsäure beseitigt werden; es bleibt dann fast ganz reines Zinnoxyd (das „black tin“ der cornischen Bergleute) zurück, welches beim Verschmelzen die beste Zinnsorte giebt. Bei zweckentsprechendem Manipuliren kann eine Charge von 10 Ctr. Zinnstein in circa 4 Stunden durchgesetzt werden, so daß man täglich drei Tonnen Erz mit einem Brennmaterial-Aufwande von nicht ganz 10 Ctr. Kohle, von beigemengtem Wolfram zu reinigen im Stande ist. Aus der durch Auslaugen gewonnenen Lösung kann man wolframsaures Natrium gewinnen,

das durch Umkrystallisiren gereinigt wird und entweder für sich, oder zur Darstellung anderer Wolframverbindungen benutzt wird (vgl. unten S. 289).

Um Zinn in schön krystallinischem Zustand darzustellen, in Form sogenannter Zinndendriten, empfiehlt F. Stolba einige Loth Bancazinn in einem hessischen Tiegel zu schmelzen, das geschmolzene Metall so lange zu erhitzen, bis es eine gelbe Anlauffarbe zeigt und dann mit der Vorsicht in ein gut gearbeitetes mit dickem blauen Packpapier ausgekleidetes Kästchen zu gießen, daß etwaige Unreinigkeiten, wie Zinnasche und dergl. im Tiegel zurückbleiben. Nun wartet man einige Zeit ab, bis das Zinn am äußersten Rande zu erstarren und am Papier zu haften beginnt und gießt jetzt sofort den noch flüssig gebliebenen Theil des Zinns ab, indem man das Kästchen etwas neigt. In dem Kästchen zurück bleibt hierbei eine oft sehr zarte und prächtig aussehende Krystallisation, welche an dendritische Bildungen erinnert.

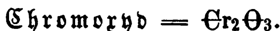
Crace Calvert u. R. Johnson haben die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Zinn untersucht und gefunden, daß die concentrirteste engl. Schwefelsäure am stärksten darauf einwirkt, daß also mit zunehmender Verdünnung die Einwirkung abnimmt. Concentrirte Schwefelsäure löst das Zinn unter Entwickelung reiner schwefliger Säure; verdünntere z. B. 60 procentige Schwefelsäure entwickelt schweflige Säure mit wenig Schwefelwasserstoff und noch verdünntere z. B. 50 procentige Schwefelsäure entwickelt mit viel Schwefelwasserstoffgas vermischte schweflige Säure, wenn sie mit Zinn erhitzt wird. — Reines Zinn in auf 100°C erhitzte Salzsäure gelegt, entwickelt nach R. Bunsen, indem es sich in der Salzsäure auflöst, in Zeit von 20 Minuten 80 Volumen Wasserstoffgas, dagegen unter denselben Verhältnissen und in derselben Zeit 920 Volumen desselben Gases, wenn man zu der Flüssigkeit einige Tropfen einer Iridiumlösung hinzugiebt.

Eine auffallende Molekularveränderung erleidet nach Fritzsche in Petersburg zuweilen das Blockzinn unter dem Einfluß strenger Kälte. Es verliert nämlich seine Weichheit und Biegsamkeit und verwandelt sich in eine körnige Masse, die so leicht zerbröckelt, daß man größere Stücken mittels der Finger zerkleinern kann. Aehnliche Umwandlungen des Zinns

sind übrigens auch schon früher beobachtet und beschrieben worden. Man darf jedoch das so veränderte körnig gewordene Zinn nicht mit dem Körnerzinn oder gekörnten Zinn (corn tin, granulated tin) des Handels verwechseln, welches in England bereitet wird, indem man große Blöcke von sehr reinem Zinn, die frisch umgeschmolzen und noch ganz heiß sind, aus einer großen Höhe herabfallen läßt. Diese Sorte von Zinn, welche im Preise bis zu 15 Proc. höher steht als gewöhnliches Zinn, erscheint in kleinen ziemlich dicken Stäbchen, die eine schöne glänzende Oberfläche ohne eine Spur von Oxydation besitzen und sich durch ihre Cohärenz und Biegsamkeit auszeichnen, also nicht von faseriger, fadiger Textur und brüchigem Zustande, wie das körnig gewordene Zinn sind.

## Chrom.

Nach J. E. Loughlin kann metallisches Chrom leicht nach folgender Methode dargestellt werden. Man vermischt reines Chromoxyd mit seinem doppelten Gewichte von Cyankalium, füllt die Mischung in einen Porzellantiegel, dessen Deckel man lutirt, setzt diesen Tiegel in einen größeren mit gepulverter Thierkohle gefüllten Tiegel ein und erhitzt zum Weißglühen. Durch das Cyankalium wird das Chromoxyd reducirt und scheidet sich metallisch glänzend ab. Sein spec. Gew. ist nach Loughlin = 6,2.



### Chromoxyd = $Cr_2O_3$.

Bei der Darstellung von Aldehyd zur Anilinfarbenbereitung, von Baldriansäure und verschiedenen anderen Chemikalien erhält man in Folge stattfindender Reduction des bei diesen chemischen Operationen in Anwendung kommenden rothen chromsauren Kaliums, nicht unbedeutende Mengen von unreinem Chromalaun, Chromchlorid oder anderen chromoxydhaltigen Flüssigkeiten als Nebenprodukt. Bis jetzt wußte man diese Chromlösungen nicht in günstiger Weise zu verwerthen und doch ist bei den verhältnißmäßig hohen Preisen der Chrompräparate eine Verwerthung der abfallenden chromhaltigen Flüssigkeiten von bedeutender technischer Wichtigkeit. Mit der Lösung dieser Frage haben sich daher verschiedene Chemiker beschäftigt und namentlich nach der Auffindung einfacher, billiger Methoden geforscht,

um aus solchen Chromlösungen reines Chromoxyd abzuscheiden. So empfiehlt z. B. Jean die Chromalaunhaltigen Rückstände der Darstellung von Aldehyd, Baldriansäure &c. zu trocknen, zu calciniren, mit etwa 1/10 ihres Gewichtes Holzkohlenpulver zu mischen und das Gemenge in einer aus feuerfestem Thon bestehenden Retorte zum Rothglühen zu erhitzen, wobei sich in Folge der reducirenden Wirkung der sehr geringen Menge von zugesetzter Kohle hauptsächlich nur die im Chromalaun mit dem Chrom verbundene Schwefelsäure zu schwefliger Säure reducirt, welche als Gas mit dem hierbei aus der Kohle entstandenen Kohlenoxydgas entweicht, während eine Mischung von Chromoxyd mit schwefelsaurem Kalium zurückbleibt. Die entweichende schweflige Säure kann man durch mit Wasser oder Sodalösung gefüllte Flaschen leiten, um sie dadurch aufzufangen und nutzbar zu machen. Will man jedoch die schweflige Säure nicht auffangen, so kann man die Mischung von Chromalaun und Kohle in einem gewöhnlichen Schmelztiegel glühen. Der, wie schon erwähnt, aus Chromoxyd und schwefelsaurem Kalium bestehende Glührückstand wird in einem eisernen Kessel mit Wasser ausgekocht, um das schwefelsaure Kalium zu lösen, welches durch Eindampfen der filtrirten Abkochung in Krystallen gewonnen wird. Das ungelöst in dem Kessel zurückgebliebene Chromoxyd dagegen wird, um es von aller anhaftenden Schwefelsäure zu befreien, zunächst mit einer verdünnten Auflösung von kohlensaurem Natrium ausgekocht, dann auf Leinwandfiltern gesammelt, gut mit Wasser ausgewaschen und geglüht. Auf diese Weise abgeschieden, besitzt es zwar nur eine mattgrüne Farbe, so daß es als Mineralfarbe keine Anwendung finden kann. Dagegen ist es sehr rein und daher zur Fabrikation von saurem chromsaurem Kalium (rothem Chromsalz) ein ganz vorzügliches und werthvolles Material. Diese Methode ist jedenfalls beachtenswerth, weil sie eine Ueberführung sämmtlicher Bestandtheile des Chromalauns in verwerthbare Produkte gestattet.

Auch Casthelaz und Leune haben sich mit diesem Gegenstande beschäftigt und nach ihrer Angabe ein Verfahren erfunden, um aus solchen Chromlösungen (Chromalaun, Chromchlorid &c.) ohne Glühprozeß ein Chromoxyd abzuscheiden, welches sich durch eine sehr schöne lebhaft grüne Farbe und gute Deck-

kraft auszeichnet, und daher als Mineralfarbe mit Vortheil benutzt werden kann. Casthelaz und Leune nennen dieses Chromoxyd Kaisergrün (vert impérial) und geben folgende Andeutungen über dessen Darstellung: Die zu verarbeitende Chromlösung wird durch Kochen, oder auf andere Art in die grüne Modification (wenn diese nicht bereits vorhanden ist) verwandelt und derselben, nachdem sie auf 8—10° C. abgekühlt worden, nach und nach gelatinöses Thonerdehydrat (oder kohlensaures Zink oder Schwefelzink ꝛc. im frisch gefällten Zustande, oder metallisches Eisen oder Zink ꝛc.) in hinreichender Menge, um die Säure zu sättigen, zugefügt. Die Reaction findet leicht statt und das Chromoxyd scheidet sich, indem ihm durch die zugesetzte Substanz die Säure allmälig entzogen wird, als sehr schön grüner Niederschlag aus. Nöthigenfalls kann man die Reaction durch Erwärmen der Mischung zum Sieden etwas befördern. Das ausgeschiedene Chromoxyd braucht man nur auszuwaschen, um es in einem zur technischen Anwendung geeigneten Zustande zu erhalten. Wendet man zur Fällung desselben Körper an, die mit der Säure des Chromsalzes unlösliche Verbindungen bilden, so wird die Farbe des Produktes natürlich durch Beimischung dieser Verbindungen modificirt. Diese Methode ist sehr wohlfeil und das nach derselben gewonnene Grün völlig giftfrei. Es soll in seiner Nüance noch reiner und feuriger sein, als das schon seit längerer Zeit bekannte Guinet's Grün, welches ebenfalls aus Chromoxyd besteht und zuerst von Guinet durch Erhitzen verschiedener Chromverbindungen mit Borsäure und Ausziehen der Masse mit Wasser bereitet wurde.

Schließlich machen wir noch auf die von Bunsen mitgetheilte Methode der Darstellung von reiner Chromsäure = $CrO_3$ aufmerksam (vgl. oben S. 250).

## Molybdän.

Ganz auf analoge Weise wie man durch Glühen von Chromoxyd mit Cyankalium, reines metallisches Chrom erhält (s. oben S. 286), kann man nach J. E. Loughlin auch reines Molybdän darstellen, indem man 10 Thl. Molybdänsäure mit 15 Thln. Cyankalium mischt, die Mischung in einen Porzellantiegel einträgt, dessen Deckel lutirt, den Tiegel zwischen gepulverte Thierkohle in einen größeren Tiegel einsetzt und zum

Weißglühen erhitzt. Das reine Molybdän ist ein glänzend silberweißes Metall von 8,56 spec. Gew.; von Salzsäure wird es nicht angegriffen, von Salpetersäuee dagegen unter heftiger Einwirkung aufgelöst. Beim Zusammenreiben mit Silberoxyd oder Quecksilberoxyd reducirt es diese Oxyde.

## Wolfram.

Wir haben bereits oben (s. S. 283) auf die von R. Oxland empfohlene Methode zur Aufschließung und Beseitigung des, zuweilen den Zinnstein begleitenden Wolframerzes aufmerksam gemacht und mitgetheilt, daß bei Ausführung dieser Methode wolframsaures Natrium erhalten wird, welches zur Darstellung anderer Wolframverbindungen benutzt werden kann. In jüngster Zeit hat Dr. Sacc das wolframsaure Baryum = $BaWO_4$ (früher $BaO,WO_3$) unter dem Namen Wolframweiß als Malerfarbe empfohlen. Man kann dieses Präparat sehr leicht darstellen, indem man es, da es in Wasser völlig unlöslich ist, aus einer Lösung von wolframsaurem Natrium durch Zusatz einer Lösung von Chlorbaryum niederschlägt, den Niederschlag auf einem Filter oder Filtrirbeutel sammelt und mit Wasser gut aussüßt. Das Wolframweiß zeichnet sich durch seine blendend weiße Farbe aus, besitzt eine eben so hohe Deckkraft wie das Bleiweiß, dunkelt nicht nach wie die anderen weißen Deckfarben (Bleiweiß, Zinkweiß) ist überhaupt selbst in schwefelwasserstoffhaltiger Atmosphäre durchaus unveränderlich und jedenfalls weniger giftig als Bleiweiß, vielleicht ganz unschädlich. Es läßt sich sowohl für die Wasserfarben- wie für die Oel-Malerei verwenden, ist auch in der Chromolithographie mit bestem Erfolge benutzt worden; es gelang sogar, weiße Drucke auf schwarzem Grunde damit herzustellen. Das Wolframweiß wird bereits im Großen fabricirt und kann von E. Rousseau in Paris bezogen werden.

## Platin.

Zur technischen Darstellung oder Abscheidung von chemisch reinem Platin aus dem Platinerz wird folgende einfache Methode von W. v. Schneider empfohlen: Man löst das Platinerz in Königswasser, welches am besten einen Ueberschuß von Salzsäure enthält (ungefähr 4 Thle. Salz-

säure und 1 Thl. Salpetersäure) möglichst vollständig auf, trennt die Lösung vom ungelöst gebliebenen Rückstand, dampft sie, um überschüssige Säure wegzuschaffen, bis beinahe zur Trockne ein, verdünnt wieder mit Wasser, versetzt mit Aetznatronlauge bis zur schwach alkalischen Reaction und erhitzt zum Kochen, welches man unter Zusatz einiger Tropfen Weingeist kurze Zeit fortsetzt. Den hierdurch entstandenen Niederschlag löst man noch warm in Salzsäure auf und versetzt die klare Lösung, welche jetzt nur noch das Platin als Chlorid, die anderen Platinmetalle dagegen als Sesquichloride (in Folge der reducirenden Wirkung des Natrons und Weingeists) enthält, mit einer Auflösung von Salmiak, wodurch alles Platin als ganz hellgelber Niederschlag (Platinsalmiak) gefällt wird, während die anderen Metalle, deren Sesquichloride mit Salmiak nicht reagiren, in der Lösung bleiben. Der gefällte Platinsalmiak wird gut ausgewaschen, getrocknet und geglüht; er hinterläßt reines Platin im fein vertheilten Zustande, als Platinschwamm. Der so bereitete Platinschwamm löst sich in verdünntem Königswasser unter starkem Aufbrausen zur goldgelben Flüssigkeit auf, ohne einen schwarzen Rückstand zu hinterlassen, der immer auf eine Verunreinigung mit den andern, im Königswasser schwer oder fast nicht auflöslichen Platinmetallen hindeutet. Aus der vom Platinsalmiak abfiltrirten Flüssigkeit kann man die anderen Platinmetalle durch Eisen, Zink oder Kupfer niederschlagen.

R. Bunsen hat in den Annalen der Chem. und Pharm. 146, 265 eine längere Arbeit über die Darstellung des Rhodiums veröffentlicht, welche jedoch noch nicht zum Abschlusse gelangt ist. Diese interessante Abhandlung läßt sich, wenigstens so lange sie nicht vollständig erschienen, nicht wohl in einem kürzeren Auszuge wiedergeben und wir müssen uns daher vorläufig damit begnügen, auf dieselbe aufmerksam zu machen.

## Silber.

A. Christomanos hat chemisch reines Silber durch Destillation von reinem Silber in einem kleinen Oefchen von geglühtem Kalk mittels eines Knallgasgebläses bereitet. Dieses destillirte Silber ist sehr weiß und so weich, daß es von Silberlegirungen geritzt wird; sein spec. Gew. ist = 10,575. In dünnen Lagen ist es mit blaugrüner Farbe durchsichtig und

läßt auch das chemisch wirksame Licht durch; in dickeren Lagen ist es mit gelber Farbe durchscheinend. Unterwirft man eine Legirung von Silber und Kupfer der Destillation, so destillirt kupferhaltiges Silber ab und silberhaltiges Kupfer bleibt zurück, doch oxydirt sich der größte Theil des Kupfers hierbei. Von einer Legirung von Silber und Blei kann man dagegen chemisch reines Silber abdestilliren, während sich das Blei oxydirt und als Bleioxyd (Bleiglätte) in den Kalk hineinsickert.

Ein Hauptbestandtheil der meisten Versilberungsflüssigkeiten, ist bekanntlich das äußerst giftige Cyankalium. Nach der Musterzeitung kann man eine nicht giftige Versilberungsflüssigkeit auf folgende Weise darstellen: 1 Theil salpetersaures Silber (Höllenstein) wird in 18 bis 20 Thln. destillirtem Wasser gelöst, die Lösung erst mit 1/2 Thl. Salmiak, dann mit 2 Thln. unterschwefligsaurem Natrium versetzt und wenn sich diese Salze zur klaren Flüssigkeit darin aufgelöst haben, endlich noch mit 2 Thln. Schlemmkreide vermischt. Beim Gebrauche wird die Mischung tüchtig geschüttelt; dann gießt man einen Theil derselben in ein Porzellanschälchen und überträgt diesen mittels eines starren Pinsels oder eines Leinwandläppchens auf die zu versilbernden Gegenstände, welche nach dem Abreiben sehr schön versilbert erscheinen. Ist die Versilberung vollkommen, so spült man die Gegenstände mit Wasser ab und reibt sie vorsichtig mit einem weichen Läppchen, bis sie trocken erscheinen.

Zur Verhütung des Anlaufens feiner Silberarbeiten hat der Hofwaffenfabrikant Stroblberger in München im Collodium ein sehr gut schützendes, farbloses Schutzmittel entdeckt. Selbst die hellsten, feinsten Firnisse ertheilen, wenn das Silber mit denselben überzogen wird, demselben einen unvortheilhaften gelblichen Ton. Collodium dagegen ist so farblos und durchsichtig, daß ein Anstrich desselben vor dem Anlaufen schützt, ohne die Farbe und den Glanz des Silbers zu beeinträchtigen. Man kann dieses Verfahren für ächt silberne, silberplattirte, versilberte, neusilberne, glänzend polirte und matt bearbeitete Gegenstände mit Vortheil benutzen. Um einen guten Anstrich zu erhalten, werden die zu schützenden Gegenstände etwas erwärmt (weil sonst Irisfarben entstehen) und dann das Collodium mit einem elastischen Pinsel sehr sorgfältig

aufgetragen, so daß die ganze Oberfläche ohne Unterbrechung mit Collodium überdeckt ist. Stellen, welche man hierbei übersehen hat, laufen stärker an als unter gewöhnlichen Umständen. Auch ist es nicht rathsam, die Gegenstände öfter als einmal zu überpinseln. So behandelte Artikel halten sich selbst in einer schwefelwasserstoffreichen Atmosphäre jahrelang unverändert. Am besten ist es das Collodium mit Alkohol verdünnt anzuwenden, ungefähr so, wie die Photographen dasselbe benutzen.

### Kupfer.

Für manche Verwendungen ist es werthvoll, das Kupfer in fein vertheiltem, pulverförmigem Zustande zu haben. Nach F. Stolba erreicht man dies leicht auf folgende Weise: Man löst Kupfervitriol in überschüssigem Aetzammoniak, filtrirt, wenn es nöthig erscheint, die tief lasurblaue Lösung, versetzt sie mit einer entsprechenden Menge von in Wasser gelöstem Traubenzucker und hierauf mit so viel Aetzkali- oder Aetznatronlauge, bis sich ein bleibender Niederschlag zeigt. Nun erwärmt man das Ganze zum Kochen und unterhält das Kochen 10 Minuten lang. Anfangs scheidet sich, in Folge der reducirenden Wirkung des Traubenzuckers, Kupferoxydul aus, welches sich jedoch beim Kochen vollständig zu Kupfer reducirt, wobei ein kleiner Theil des Metalls sich gewöhnlich auf der inneren Fläche des Gefäßes als glänzender Spiegel ansetzt. Um das ausgeschiedene pulverförmige Kupfer zu sammeln, wird die Flüssigkeit mit verdünnter Schwefelsäure schwach angesäuert, filtrirt, das auf dem Filter gebliebene Kupfer gut ausgesüßt, zwischen Fließpapier möglichst vollständig ausgepreßt und rasch an einem heißen Orte getrocknet. Das so erhaltene sehr reine Kupfer oxydirt sich, einmal trocken, nur wenig und nimmt beim Reiben schönen Kupferglanz an.

Nach Crace Calvert u. Richard Johnson beginnt concentrirte engl. Schwefelsäure erst bei 130°C. auf metallisches Kupfer zu wirken, wobei ein Theil der Schwefelsäure so vollständig reducirt wird, daß sich Schwefel abscheidet, der theils unverbunden bleibt, theils mit dem Kupfer Schwefelkupfer bildet. Der größte Theil der Schwefelsäure wird beim Erhitzen mit Kupfer bekanntlich nur zu schwefliger Säure reducirt, welche als Gas entweicht. Eine verdünntere etwa 50 pro-

centige Schwefelsäure löst selbst bei 150° C. kein Kupfer mehr auf. — Höchst interessant ist die Beobachtung von R. Bunsen, daß während beim Einlegen eines Kupferbleches, in auf 100° erhitzte Salzsäure, keine Gasentwicklung wahrnehmbar ist, sich das Kupfer unter Entwicklung von Wasserstoffgas auflöst, sobald man zur Flüssigkeit einige Tropfen von Iridiumlösung giebt. Diese Erscheinung rührt von den elektrischen Strömen her, die in der Flüssigkeit vom elektropositiven Metall zum elektronegativen Metall gehen.

Um Kupfer schwarz zu beizen, d. h. an seiner Oberfläche tief schwarz zu färben, empfiehlt Knaff, die Oberfläche desselben gut zu reinigen und dann das Stück einen Augenblick in eine Auflösung von 2 Theilen arseniger Säure (weißem Arsenik) in einer Mischung von 4 Theilen Salzsäure, 1 Theil Schwefelsäure und 24 Theile Wasser einzutauchen.

## Einige kupferhaltige Legirungen.

Wie R. Pumpelly berichtet, verstehen die Japanesen verschiedene sehr schöne Kupferlegirungen anzufertigen, welche bei uns noch nicht bekannt sind. So ist besonders beachtenswerth das sogenannte Shakdo, eine Legirung von Kupfer mit 1 bis 10 Proc. Gold. Die aus dem Shakdo angefertigten Gegenstände werden nach dem Poliren in einer aus Kupfervitriol, Alaun und Grünspan bereiteten Beize gesotten, wodurch sie eine schöne bläulichschwarze Färbung erlangen (in derselben Beize werden in Japan auch die Kupferwaaren gesotten, die dadurch eine sehr schöne rothe Färbung erhalten). Das Shakdo wird zu Degen- und Schwerterscheiden, Schnallen, Spangen ꝛc. und zu vielen zur Verzierung dienenden Gegenständen verarbeitet. — Gin shi bu ichi nennen die Japanesen eine Legirung von Kupfer mit 30—50 Proc. Silber. Die aus dieser Composition angefertigten Verzierungen nehmen beim Sieden mit der oben erwähnten Beize eine reiche, bei den Japanesen sehr beliebte graue Farbe an. Das Gin shi bu ichi wird besonders zur Verzierung der Hiebwaffen, zu Tabakspfeifen und zahlreichen anderen Artikeln verarbeitet. — Karakane heißt das Glockenmetall der Japanesen, welches von denselben in ausgedehntem Maßstabe angewendet wird. Die erste Qualität besteht aus 10 Thln. Kupfer, 4 Thln. Zinn, ½ Thl. Eisen und 1½

Thl. Zink, die 2. Qualität aus 10 Kupfer, 2 1/2 Zinn, 1 1/3 Blei und 1/2 Zink, die dritte Sorte aus 10 Kupfer, 3 Zinn, 2 Blei, 1/2 Eisen und 1 Zink, die 4. Sorte aus 10 Kupfer, 2 Zinn und 2 Blei. Bei der Darstellung des Glockenmetalls wird zunächst das Kupfer geschmolzen und dann werden die übrigen Metalle in der vorstehend angegebenen Reihenfolge zugesetzt. Die besten kleinen Glocken werden aus der ersten Qualität gegossen; große Glocken gewöhnlich aus der dritten. Sinchu ist das Messing der Japanesen. Die feinste Messingsorte besteht aus 10 Thln. Kupfer und 5 Thln. Zink; eine geringere aus 10 Thln. Kupfer und 2,7 Thln. Zink.

Betreffs der Einwirkung von Säuren auf verschiedene Kupferlegirungen haben Crace Calvert u. Richard Johnson unsere Kenntnisse vervollständigt. — Salpetersäure und Messing: Salpetersäure von 1,14 spec. Gew. löst Messing, das aus ungefähr gleichen Aequivalenten von Kupfer und Zink besteht, in der Weise auf, daß Kupfer und Zink in dem gleichen Verhältnisse in Lösung gehen, in welchem sie in der Legirung enthalten sind, während eine Säure von der halben Stärke, oder 1,08 spec. Gew. fast alles Zink und nur eine kleine Quantität Kupfer löst. Legirungen von Kupfer und Zink in verschiedenen Verhältnissen werden im Allgemeinen von verdünnter Salpetersäure (von 1,10 spec. Gew.) um so heftiger angegriffen, je mehr Zink sie enthalten, um so langsamer, je mehr das Kupfer vorherrscht. — Salzsäure und Legirungen von Kupfer und Zink. Läßt man einen Würfel von Messing (gleiche Aequivalente Kupfer und Zink) mehrere Tage in concentrirter Salzsäure liegen, so behält man einen Würfel von den ursprünglichen Dimensionen übrig, doch besteht derselbe nur noch aus Kupfer. Auf Legirungen, die sehr reich an Zink sind, z. B. 4—5 Thl. Zink auf 1 Thl. Kupfer enthalten, wirkt Salzsäure von 1,05 spec. Gew. fast ebenso ein, wie auf freies Zink. Eine Legirung von 3 Thl. Zink auf 1 Thl. Kupfer wird nur halb so stark und Legirungen, welche gleiche Theile Zink und Kupfer oder Kupfer im Ueberschuß enthalten, werden von verdünnter Salzsäure gar nicht angegriffen. — Schwefelsäure und Legirungen von Kupfer und Zink. Die Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure (Schwefelsäurehydrat) ist bei den Legirungen, welche

Zink im Ueberschuß enthalten, weit schwächer als bei denen mit überschüssigem Kupfer; so ist sie z. B. bei der Legirung ZnCu nahezu 15 Mal so heftig als bei der $Zn_2Cu$. Noch auffallender ist es, daß bei den Legirungen, die Zink im Ueberschusse enthalten, das Zink nicht allein die Einwirkung der Säure auf die Legirung verhindert, sondern auch das Kupfer vor dem Angriffe der Säure schützt; denn das, was gelöst wird, ist fast ausschließlich Zink, während bei den Legirungen mit überschüssigem Kupfer auch dieses angegriffen und in großer Menge gelöst wird. Sehr verschieden hiervon ist die Einwirkung einer verdünnteren z. B. 60 procentigen Schwefelsäure. Diese wirkt viel stärker auf die Legirungen mit überschüssigem Zink, als auf die mit überschüssigem Kupfer. Sehr merkwürdig ist es, daß, während alle Legirungen, mag nun Zink oder Kupfer im Ueberschusse sein, mehr oder weniger angegriffen werden, die Schwefelsäure auf die Legirung ZnCu gar keine Wirkung ausübt.

Salpetersäure und Legirungen von Kupfer und Zinn. Salpetersäure von 1,25 spec. Gew. wirkt auf keine dieser Legirungen so stark, wie auf reines Kupfer; jemehr Zinn vorhanden, desto mehr nimmt jedoch die Wirkung zu, was jedenfalls überraschend ist. Die Legirung $CuSn_5$ z. B. wird zehn Mal so stark angegriffen, wie die Legirung CuSn. — Salzsäure von 1,10 spec. Gew. wirkt auf die Kupfer-Zinn-Legirungen stets weniger lebhaft ein, als auf reines Zinn und die Wirkung steigt, wie zu erwarten war, in dem Verhältnisse, als der Zinngehalt in der Legirung steigt. — Concentrirte Schwefelsäure wirkt auf Kupfer Zinn-Legirungen bei 150° C. im Verhältniß schwach ein, besonders wenn Kupfer im Ueberschusse vorhanden ist. Am wenigsten werden die Legirungen $Cu_4Sn$ und $Cu_5Sn$, dagegen stärker als alle anderen die Legirungen $Cu_2Sn$ und $Cu_3Sn$ angegriffen.

Jedenfalls sind derartige Untersuchungen für die Beurtheilung der Verwendbarkeit solcher Metalllegirungen bei manchen chemischen Operationen von großem Nutzen und es wäre zu wünschen, daß über diese Verhältnisse sich bald noch manche fernere Versuche anschließen würden, da man über die Widerstandsfähigkeit der Legirungen gegen Säuren und andere Chemikalien zur Zeit noch nicht genügend orientirt ist.

Patina. Die Bronze, überhaupt die Kupfer-Zinn-Legirungen überziehen sich unter dem Einflusse der Luft und Feuchtigkeit allmälig mit einem grünen Häutchen, welches in den meisten Fällen aus kohlensaurem Kupferoxyd-Hydrat besteht, sehr fest haftet, beständig ist und das Metall vor einer tiefer gehenden Oxydation auf ewige Zeiten schützt. Dieser dünne, an Bronzestatuen sehr geschätzte Ueberzug wird Patina genannt und zugleich als ein Zeichen des höheren Alters der Bronze betrachtet. In fast allen großen Städten, besonders in solchen, wo Kohlen als Brennmaterial dienen, hat man die Erfahrung gemacht, daß auf öffentlichen Plätzen aufgestellte Bronzestatuen, statt sich mit einer Patina zu bekleiden, ein schmutziges, dunkles, dem Gußeisen ähnliches Ansehen erhalten. Der Wunsch, diesem Uebelstande zu begegnen, hat den Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen veranlaßt, vergleichende Versuche anstellen zu lassen, um womöglich diesem fatalen Uebelstande entgegenarbeiten zu können. — Zunächst hat man die Frage zu beantworten gesucht, ob eine bestimmte Zusammensetzung der Bronze die Entstehung einer schönen Patina bedinge. Zu dem Ende wurden von zehn, durch besonders schöne Patina ausgezeichneten Bronzen, die sich an verschiedenen Orten fanden, kleine Proben entnommen und analysirt. Jede dieser Proben wurde getheilt und 2 verschiedenen Chemikern zur Analyse übergeben. Die erhaltenen Ergebnisse haben gezeigt, daß die untersuchten Bronzen von sehr verschiedener Zusammensetzung waren und daß deren Kupfergehalt von 77 bis zu 94 Proc. schwankte. Die Menge des Zinns stieg in einer dieser Bronzen bis zu 9 Proc., betrug in anderen nur 4 Proc. und in einzelnen sogar nur 0,8 Proc., während bis 19 Proc. Zink gefunden wurden. Gleiche Schwankungen zeigten die anderen zufälligen Beimischungen, wie Blei, Eisen, Nickel. Bei der verschiedensten Zusammensetzung besaßen diese Bronzen sämmtlich eine sehr schöne grüne Patina, woraus hervorgeht, daß die Entstehung einer schönen Patina nicht von einer bestimmten Zusammensetzung abhängig ist; immerhin ist es aber möglich, daß die Zusammensetzung einen Einfluß auf die Zeit ausübt, innerhalb welcher sich eine Bronze, unter übrigens gleichen Umständen mit der Patina bekleidet.

Um andere Einflüsse bei der Entstehung der Patina ken-

nen zu lernen, wurde eine Anzahl von Büsten aus Bronze an einer Stelle der Stadt Berlin aufgestellt, wo besonders ungünstige Exhalationen vorhanden sind und wo verschiedene, ganz in der Nähe befindliche Bronzestatuen, ohne eine Spur von Patina anzusetzen, das oben erwähnte unangenehme, schwarze Aeußere angenommen hatten. Durch die Beobachtung, daß an mehreren öffentlichen Denkmälern, die dem Publikum zugänglichen Stellen, welche vielfach mit den Händen befaßt werden, eine, wenn auch nicht grüne, doch aber sonst alle schönen Eigenschaften besitzende Patina angenommen haben, während alle übrigen Stellen schwarz und unansehnlich sind, kam die mit der Untersuchung beauftragte Kommisssion auf die Vermuthung, daß wahrscheinlich das Fett eigenthümlich bei der Patina mitwirke. Es wurde deshalb eine der aufgestellten Büsten jeden Tag, mit Ausnahme der Regentage, mit Wasser bespritzt, um sie rein zu erhalten und außerdem jeden Monat einmal mit Knochenöl in der Weise behandelt, daß das mit einem Pinsel aufgebrachte Oel sogleich mit wollenen Lappen wieder abgerieben wurde. Eine zweite Büste wurde ebenfalls täglich mit Wasser gereinigt, erhielt aber kein Oel. Bei einer dritten, ebenfalls täglich mit Wasser gereinigten, wurde die Behandlung mit Oel nur zwei Mal des Jahres vorgenommen. Die vierte blieb zum Vergleiche ungereinigt und überhaupt ganz unberührt. Die erste und vierte Büste sind seit 1864 aufgestellt und auf die angegebene Weise behandelt, die 2. und 3. seit Anfang 1866. Es hat sich an ihnen die erwähnte Voraussicht von der Wirkung des Fettes auf das unzweifelhafteste bestätigt.

Die monatlich mit Oel behandelte Büste hat eine dunkelgrüne Patina angenommen, die von allen Kunstverständigen als sehr schön erkannt worden. Die nur zwei Mal des Jahres mit Oel abgeriebene hat ein weniger günstiges Ansehen und die nur mit Wasser gereinigte hat nichts von der schönen Beschaffenheit, welche die Bronzen durch Ansetzen der Patina erhalten. Die gar nicht gereinigte ist ganz unansehnlich, stumpf und schwarz geworden.

Man kann hiernach als sicher bezeichnen, daß, wenn man eine öffentlich aufgestellte Bronze monatlich, nachdem sie gereinigt worden, mit Oel abreibt, sie eine schöne Patina annehmen wird. In wie weit dieses Abreiben, das bei größeren Monu-

menten häufig mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein würde, sich wird beschränken lassen, soll durch fortgesetzte Versuche genauer ermittelt werden. Die Art der Wirkung des Oels bei Bildung der Patina, läßt sich nicht bestimmt angeben. Man weiß nur, daß jeder Ueberschuß an Oel zu vermeiden ist und daß man das aufgestrichene Oel sofort wieder mit einem Lappen so gut als möglich entfernen muß. Bleibt überschüssiges Oel auf der Bronze, so setzt sich Staub daran fest und die Bronze erhält ein schlechtes Ansehen. Wahrscheinlich wirkt die dünne Oelschicht nur dadurch, daß sie das Anhaften von Feuchtigkeit hindert, durch die sich leicht Staub festsetzt, der Gase und Dämpfe absorbirt und in welchem sich häufig Vegetationen bilden.

Eine andere Beschädigung, welche die im Freien stehende Bronze erleidet, ist, daß sie an den Stellen, wo sich Wasserläufe auf ihr bilden, eine weiße, undurchsichtige, kreideartige Oberfläche annimmt, die im Laufe der Zeit mehr und mehr durch das Wasser ausgebreitet wird. Eine richtige Behandlung mit Oel wird ohne Zweifel auch gegen die Bildung solcher kreideartigen Stellen schützen. Jedenfalls berechtigt die Anwendung des Oels zu der Hoffnung, daß man fortan auch in größeren Städten schön patinirte Bronzedenkmäler wird erhalten können. Sie werden zwar da, wo Kohlen das ausschließliche Brennmaterial bilden, nicht hellgrün, sondern dunkel, vielleicht sogar schwarz erscheinen. Allein sie werden die übrigen schönen Eigenschaften der Patina, die eigenthümlich durchscheinende Beschaffenheit der Oberfläche besitzen.

Ernst v. Bibra giebt in seinem, in diesem Jahre erschienenen umfassenden, werthvollen Werke über „die Bronzen und Kupferlegirungen der alten und ältesten Völker, mit Rücksichtnahme auf jene der Neuzeit" (Erlangen 1869, Verlag von Ferd. Enke) einige interessante Schlußbemerkungen über die Patina, von welchen wir hier das Wesentlichste folgen lassen wollen. Nach v. Bibra kann nichts mannigfaltiger sein, als die Verhältnisse, unter welchen sich die Patina bildet, oder besser: die, unter welchen sich die Kupferlegirungen allmälig zersetzen. Als die vier Hauptmomente, welche bei diesen chemischen Vorgängen die wirkenden sind, können bezeichnet werden:

a. Die Zusammensetzung der betreffenden Legirung, sowohl in qualitativer als in quantitativer Beziehung.

b. Die Art des Zusammenschmelzens der verwendeten Bestandtheile, bessere, weniger gute Mengung derselben, gleiche, ungleiche Mischung, feines, gröberes Korn der Legirung.

c. Der Ort, an welchem die Legirung gelegen hat (es wird hierbei nicht allein auf im Freien stehende Statuen, sondern auch auf Münzen und Geräthe, die aus Gräbern ꝛc. ausgegraben sind, hingewiesen).

d. Die Länge der Zeit, in welcher die Legirung irgend welchen Einflüssen ausgesetzt war, denn unter günstigen Verhältnissen wirkt die Zeit in der That als chemisches Agens.

Daß das Korn und sorgfältiges Zusammenschmelzen von bedeutendem Einflusse ist, geht aus der guten Beschaffenheit der macedonischen Münzen hervor, von denen man zuverlässig nicht annehmen kann, daß sie sammt und sonders seit Alexanders des Großen Zeit sorgfältig aufbewahrt worden sind. Ihre feste homogene Beschaffenheit hat eben dem Eindringen zerstörender Agentien kräftigen Widerstand geleistet. Daß auch der Ort einwirkt, an welchem derartige Gegenstände Jahrhunderte und Jahrtausende gelegen haben, bedarf kaum einer besonderen Begründung. Man denke nur an die Verschiedenheit der Zersetzung, welche ein und dieselbe Legirung zeigen wird, von welcher ein Fragment eingeschlossen in eine Vase mit Knochenasche und Sand unter der Erde aufbewahrt ist, während das andere bei einem modernden thierischen Körper liegt. Auch der Einfluß der Atmosphäre auf frei stehende Bronzen wird je nach Umständen ein verschiedener sein. Häufig werden in unserer Zeit in größeren Städten auch neuere Statuen bald schwarz. In denselben Städten aber, welche meist mit einem schwarzen Schleier von Kohlendampf bedeckt sind, giebt es auch keine braunen Sperlinge mehr und die auf den Dächern spazierenden Kater sind ebenfalls nicht blos bei Nacht, sondern auch bei Tag schwarz. Warum sollten Bildsäulen nicht auch schwarz werden? Um gerechter Entrüstung über solche unziemliche Bemerkungen wenigstens einigermaßen versöhnend zu begegnen, schreibt v. Bibra weiter, gestehe ich zu, daß jene Schwärze nicht allein auf Rechnung der Kohle, sondern auch auf jene des Schwefels derselben zu setzen ist. Schwefelkupfer also und das wohl aus dem Grunde, weil auch Statuen von reinem Kupfer schwarz geworden sind. Wenn aber Statuen in der Nähe der See bald eine schöne Patina

annehmen, so verdanken sie dies ohne Zweifel den feinen Kochsalztheilchen, mit welchen die Luft auf hoher See und an den Küsten stets geschwängert ist und wenn man jene Patina untersucht, so wird man Chlor in derselben finden. Man hat nach v. Bibra die Patina sehr verschieden zusammengesetzt gefunden. Dieselbe besteht entweder aus basisch kohlensaurem Kupfer, oder aus basisch kohlensaurem Kupfer und Schwefelkupfer, oder aus Malachit (halb kohlensaurem Kupfer) mit seltener Ueberlagerung von Kupferoxydul und Kupferlasur (zwei Drittel kohlensaurem Kupfer), oder aus krystallinischem Kupferoxydul, welches sich in Folge einer reducirenden Wirkung des Kupfers der Bronze auf das kohlensaure Kupfer bildet; oder endlich aus basischem Kupferchlorid. v. Bibra hat die Patina mehrerer Bronzen aus Rußland und Hannover untersucht und dieselben aus basisch kohlensaurem und basisch schwefelsaurem Kupfer zusammengesetzt gefunden. Betreffs der künstlichen Hervorrufung einer Patina bemerkt v. Bibra, daß, wenn man Bronzen in eine feuchte Atmosphäre von Ammoniak bringe, sich das Metall rasch mit einem braunen Ueberzug überziehe. Bürste man dann das Stück mit einer feuchten Bürste und reibe es hierauf mit Linnen trocken, so erhalte man einen braunen, ins Grünliche spielenden, leichten, aber vollständig haftenden Ueberzug, welcher manchen antiken Bronzen sehr ähnlich sehe. Mit Oel bestrichen und wieder trocken gerieben, trete in den Vertiefungen ein grünlicher Ton stärker hervor.

## Blei.

Wird Blei vom Wasser angegriffen? wenn z. B. Wasser durch Bleirohre geleitet wird und wird dabei das Wasser bleihaltig und für die Gesundheit schädlich? Diese Fragen werden immer und immer wieder aufgestellt, wenn es sich in irgend einer Stadt um Anlegung einer Wasserleitung handelt und um die Entscheidung, ob bei Herstellung der Leitungen in den Gebäuden Bleirohre zulässig sein werden oder nicht. Die verschiedensten Chemiker haben diese Fragen auf Grund von meistens mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen beantwortet und dennoch sind diese Antworten total widersprechend ausgefallen, ohne daß man an der Gewissenhaftigkeit des Einen oder Anderen der Untersuchenden zu zweifeln berechtigt ist.

Die Einen behaupten, daß das Wasser, wenn es durch Bleiröhren fließt, höchstens ganz geringe und für die Gesundheit unbedenkliche Spuren von Blei aufnimmt, so lange die Röhren ganz frisch sind. In kurzer Zeit inkrustiren sich die Bleirohre und dann vermag das Wasser keine Spur von Blei mehr aufzunehmen; nach Diesen ist daher die Verwendung von Bleiröhren zu Wasserleitungen in den Häusern durchaus ungefährlich; die Anderen behaupten, daß das Wasser, wenigstens gewisse Wässer, im Stande seien, das Blei anzugreifen und beziehen sich auf einige vorgekommene Fälle, wo durch Wasser, welches durch Bleiröhren geflossen war, Bleivergiftungen herbeigeführt worden sind; diese warnen vor dem Gebrauche der Bleiröhren. Hieraus scheint nun unzweifelhaft hervorzugehen, daß gewisse Wässer Bestandtheile enthalten, welche entweder eine lösende Wirkung auf das Blei verhindern, oder eine solche befördern und es wird daher nöthig sein, daß man für jeden einzelnen Fall, für welchen diese Fragen zu beantworten sind, die entsprechenden Untersuchungen vornimmt. In den meisten Fällen wird man zwar finden, daß die Benutzung von Bleirohren zu Wasserleitungen ganz unbedenklich ist, immerhin kann man jedoch die Möglichkeit des Gegentheils nicht in Abrede stellen. In zweifelhaften Fällen bieten Bleirohre die nach der von H. Schwarz empfohlenen Methode durch Eintauchen in eine heiße Lösung von Schwefelkalium mit einer dünnen, gleichmäßigen, fest anhaftenden Schicht von Schwefelblei überzogen sind, unbedingte Sicherheit. Dieses sogenannte Schwefeln der Bleirohre ist daher dringend anzuempfehlen, muß jedoch von Sachverständigen ausgeführt werden. Es sind uns Fälle bekannt, wo zwar von der Behörde die ausschließliche Benutzung geschwefelter Rohre zu Wasserleitungs-Anlagen in Häusern vorgeschrieben worden. Einzelne Handwerker, die solche Leitungen legen, lassen, um der Vorschrift zu genügen, mit Wasser zum dünnen Brei angerührte Schwefelblumen durch die Bleirohre laufen, die dabei ganz blank bleiben und natürlich auf diese Weise keinen schützenden Ueberzug von Schwefelblei erhalten. Richtig geschwefelte Bleirohre besitzen in- und auswendig eine eigenthümlich dunkel grauschwarze Farbe und einen characteristischen matten Glanz. Man hat auch verzinnte Bleirohre empfohlen; vor Anwendung solcher ist entschieden zu warnen; denn

wenn die Verzinnung nur an einzelnen, kaum stecknadelkopfgroßen Stellen unterbrochen ist, so bewirken die durch den Contact der beiden Metalle entstehenden elektrischen Strömungen, daß das Blei weit geneigter wird, sich aufzulösen. Erwiesener Maßen ist aber die Verzinnung der Bleiröhren meistens mehr oder weniger porös oder unvollkommen.

In neuester Zeit ist von Professor Parkes in Netley auf eine Beobachtung von Dr. Frankland aufmerksam gemacht worden, welche geeignet sei, die Ursache des verschiedenen Verhaltens verschiedener Wässer zu Blei aufzuklären. Frankland will nämlich gefunden haben, daß Wasser, welches die Eigenschaft besitzt, auf Blei oxydirend zu wirken, diese Eigenschaft verliert, sobald es durch ein Filter von Thierkohle gegangen ist. Diese Erscheinung rühre von einer geringen Menge von phosphorsaurem Kalk her, die das Wasser aus der Thierkohle aufnehme. Bei der Vergleichung zweier natürlicher Wässer, nämlich des Wassers aus dem Kentflusse, von welchem Blei stark angegriffen werde und aus dem Flüßchen Wyrnwy, das, obgleich sehr weich, auf Blei nicht einwirke, habe sich ergeben, das letzteres einen bestimmbaren Gehalt von phosphorsaurem Kalk enthalte, während im Wasser des Kent kein phosphorsaurer Kalk nachgewiesen werden konnte. (Vergl. auch Jahrg. III. dies. Jahrb. S. 346).

## Chlorblei = $PbCl_2$.

J. Carter Bell hat einige Mittheilungen über die Löslichkeit des Chlorbleis in reinem sowie in salzsäurehaltigem Wasser gemacht: 100 Thle. Wasser von 15°,5 lösen 0,8246 Thle. Chlorblei auf. Danach erfordert 1 Thl. Chlorblei 121 Thle. Wasser von 15°,5 zur Lösung. Bei 17°,7 lösen 100 Thle. Wasser 0,947 Thle. Chlorblei. Weil die kalt bereitete Chlorbleilösung schwach sauer reagirt und diese saure Reaction beim Erhitzen auf 100° stärker wird, glaubt Carter Bell, daß das Chlorblei durch Wasser theilweise unter Freiwerden von Salzsäure zersetzt werde. Bei Gegenwart von Salzsäure nimmt die Löslichkeit des Chlorbleis anfänglich bedeutend ab, dagegen nimmt sie bei mehr Salzsäure allmälig zu. Reines Wasser löst, wie schon erwähnt, 0,947 Procent Chlorblei; setzt man aber dem Wasser 1/10 Procent Salzsäure von

1,162 spec. Gew. zu, so sinkt die Löslichkeit sofort auf 0,838 Proc., mit 2/10 Proc. Salzsäure auf 0,716 Proc. In Wasser, welches ungefähr 15 Proc. Salzsäure von der obigen Concentration enthält, ist die Löslichkeit am geringsten. Wird die Säure concentrirter, so nimmt die Löslichkeit von 15 Proc. Gehalt an stetig zu und erreicht bei 100 Proc. ihren Höhepunkt, indem 100 Thle. concentrirteste Salzsäure bei 17°,7 2,9 Thle. Chlorblei aufzulösen vermögen.

### Bleiweiß (Basisch kohlensaures Blei).

In England hat man nachstehendes Verfahren zur Bleiweißfabrikation eingeführt: Bleioxyd, welches durch Calciniren von Blei in einem Flammofen dargestellt worden, wird mit 1 Proc. seines Gewichtes von in Wasser aufgelöstem Bleizucker befeuchtet, die Mischung in horizontale, oben verschlossene Tröge gebracht, welche mit einander communiciren und in die Tröge ein Strom von Kohlensäuregas geleitet, welches man in der Regel durch Verbrennen von Koks erzeugt. Durch das Gebläse des Ofens, in welchem man die Koks verbrennt, wird ein hinreichender Druck hervorgebracht, um das Gas durch Röhren, welche zur Abkühlung desselben durch kaltes Wasser gehen, in die Mischung zu treiben. Diese wird während des Einströmens der Kohlensäure fortwährend umgerührt, was in der Regel durch Krücken geschieht, welche mittels einer Dampfmaschine bewegt werden. Nach Prof. Artus besitzt jedoch das so bereitete Bleiweiß nur eine verhältnißmäßig geringe Deckkraft, es enthält zu viel Bleioxydhydrat und zu wenig kohlensaures Blei, ist also zu basisch. Ein sehr schönes und vorzüglich deckendes Bleiweiß erhält man dagegen nach Artus, wenn man die Methode dahin abändert, daß man 100 Thle. Bleioxyd mit 2½ Thln. von vorher in Wasser gelöstem Bleizucker (neutralem essigsaurem Blei) und etwas Essigsäure vermischt und diese Mischung mit Kohlensäuregas sättigt, was rascher vor sich geht, als bei dem bisher üblichen Verfahren. (Vergl. auch Jahrg. III. dies. Jahrb. S. 347).

### Zink.

In Schlesien hat man sich in letzterer Zeit mit der Lösung der Frage beschäftigt, ob es nicht möglich sein werde, eine zweck-

mäßige Methode zur Abscheidung des Zinkes aus geringhaltigem Galmei (kohlensaurem Zink) auf nassem Wege einzuführen. O. Jungkann empfiehlt zu diesem Behufe das Chlorcalcium. Man soll den fein gepochten Galmei mit einem großen Ueberschusse einer concentrirten Chlorcalciumlösung in einer der Siedehitze nahen Temperatur einige Zeit behandeln. Hierbei entsteht Chlorzink, welches in Lösung geht und kohlensaures Calcium, welches sich ausscheidet. Aus der vom Bodensatze getrennten Flüssigkeit fällt man dann durch Zusatz von Kalkhydrat, Zinkoxydhydrat, sammelt dieses und reducirt es in einem gewöhnlichen Zinkofen. Da das Chlorcalcium billig ist, in bedeutenden Mengen gewonnen wird und man überdies auch den in Staßfurt in großen Massen vorkommenden Tachhydrit (vgl. Jahrg. I. dies. Jahrb. S. 319) anstatt reinen Chlorcalciums hierzu verwenden könnte, so glaubt man, daß diese Methode mit Erfolg im Großen ausführbar ist, wenn es gelingt, noch einige technische Schwierigkeiten hierbei zu überwinden.

Nach den Beobachtungen von Crace Calvert und Richard Johnson über die Einwirkung der Schwefelsäure auf Zink werden Würfel von demselben Zink zu verschiedenen Zeiten von derselben Schwefelsäure unter denselben Umständen verschieden stark angegriffen, weil eine vollständig reine Zinkoberfläche sich in wenigen Tagen an der Luft hinreichend oxydirt, um die Einwirkung der Säure bemerklich zu modificiren. Wird ein frisch polirter Zinkwürfel in Schwefelsäure gelegt, die mit 9 Aequivalent Wasser verdünnt ist, so ist die Einwirkung fast gleich Null, während sie 10 Mal so groß wird, wenn man denselben Würfel vorher an der Luft mäßig erhitzt und dann erkalten gelassen hatte. Concentrirte Schwefelsäure wirkt bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf das Zink ein; es ist eine Temperatur von 130° nöthig, bevor diese Säure irgend welche merkliche Einwirkung zeigt und erst bei 150° ist die Einwirkung ordentlich im Gange. Eine 60 procentige Schwefelsäure löst bei 130°C. sieben bis acht Mal so viel Zink auf, wie das reine Schwefelsäurehydrat. Mit der Verdünnung der Säure nimmt die bei der Einwirkung concentrirter Säure frei werdende Menge von schwefliger Säure ab, während sich dafür Schwefelwasserstoffgas mit entwickelt. Eine 35—40 procentige Schwefelsäure macht beim Auflösen des Zinks dagegen reines,

keine schweflige Säure und Schwefelwasserstoffgas enthaltendes Wasserstoffgas frei.

Amalgamirtes Zink widersteht der Einwirkung verdünnter Schwefelsäure mehr als reines Zink, was man gewöhnlich mit der Annahme erklärt, daß durch die Amalgamation die Unregelmäßigkeiten der Oberfläche des Zinks beseitigt und dadurch die Angriffspunkte für die Säure vermindert werden. Nach J. d'Almeida ist diese Annahme nicht richtig, indem, wie schon Daniell nachgewiesen hat, sich das Zinkamalgam beim Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure ganz mit Wasserstoffblasen bedeckt, welche die Säure abhalten.

Eine längere, sehr interessante Abhandlung über die Herstellung einer dauerhaften schwarzen Patina auf Zink hat Ph. Neumann (z. Z. im Laboratorium von Reischauer in München) veröffentlicht. Wir lassen in Anbetracht der praktischen Wichtigkeit dieses Gegenstandes in Nachstehendem den wesentlichsten Inhalt derselben folgen: Das Zink hat sich, wie Neumann zunächst hervorhebt, trotz vielfacher, eigenthümlicher Schwierigkeiten rasch in Kunst und Gewerbe eingeführt, so daß die Zinkindustrie sich inzwischen zu einer selbstständigen technischen Branche herangebildet hat, die den verwandten Industriezweigen bereits eine erfolgreiche Concurrenz macht. Die inneren Eigenschaften des Zinks stehen nicht in demselben Grade hinter den, seine gegenwärtigen Nebenbuhler bildenden Legirungen zurück, wie sein äußeres Ansehen und man hat daher, nachdem man das Metall überhaupt zu behandeln gelernt hatte, darauf denken müssen, diesen Mangel in der äußeren Erscheinung zu corrigiren. Man ist bald Herr geworden über die Widerspenstigkeiten des Zinkes beim Walzen, Hämmern, Gießen u. s. w. Auch das mißfällige äußere Ansehen, in welchem das durch seine Wohlfeilheit bevorzugte Metall von der Natur so stiefmütterlich bedacht worden, hat unermüdete Ausdauer endlich mit bestem Erfolge, namentlich durch galvanische Ueberzüge, durch Bronzirung u. s. w. beseitigen gelehrt, wodurch man das Zink zugleich widerstandsfähiger gegen die Atmosphärilien macht, als dieses der Schutz durch die unansehnliche natürliche Oxydhaut zu bewirken vermag.

So glücklich man nun auch in diesen Bestrebungen gewesen ist, wodurch es ermöglicht worden, das Zink als Material

für den Kunstguß, Statuen, architektonische Verzierungen u. dgl. in großer Ausdehnung anzuwenden, so hat eine, allerdings viel weniger umfangreiche, anderweite Verwendung dieses Metalls sich bisher einer genügenden Lösung sehr hartnäckig widersetzt, nämlich diejenige als Ersatzmaterial für die sogenannten schwarzgebrannten Messinggegenstände. Namentlich an manchen optischen und physikalischen Instrumenten findet man bekanntlich eine, nicht nur im äußeren Ansehen sehr gefällige, sondern auch für den genannten Zweck geradezu erforderliche matte Schwärzung der betreffenden Bestandtheile. In vielen Fällen wendet man diese schwarze Patina auch an wegen des sehr gefälligen Eindrucks, den dieselbe, ähnlich dem Niello (fälschlich so genannten oxydirten Silber), in Verbindung mit hochpolirten Bestandtheilen des Gegenstandes hervorbringt; in anderen nutzt man darin wesentlich die lichtabsorbirende Eigenschaft direct aus, wie bei optischen Instrumenten. Nach Ph. Neumann mußten in mehreren namhaften Etablissements, welche sich mit der Einführung des Zinkes z. B. als Material für Mikroskop-Stative und Aehnliches befaßt haben, diese Versuche wieder aufgegeben werden, weil sie keinen entsprechenden Ueberzug für das Zink herzustellen vermochten. In Folge dessen sah sich Neumann veranlaßt, diese Aufgabe zu lösen. Ein Firnißüberzug würde natürlich wenig entsprechend sein; denn es handelt sich hierbei um einen fest anhaftenden, mit der Metalloberfläche gleichsam verwachsenen, wirklich patinaartigen Ueberzug, wie man ihn auf Messing durch Eintauchen in eine Lösung von salpetersaurem Kupfer und nachheriges Erhitzen bis zur Zersetzung des Kupfersalzes hervorbringt, welcher, obgleich nur eine dünne Schicht bildend, neben der man vollkommene Deckkraft beansprucht, derartig solid sein und der Metallfläche fest adhäriren muß, daß eine mechanische Entfernung desselben ohne Verletzung der Metalloberfläche selbst unmöglich wird. Es ist, wie der ausübende Praktiker am besten weiß, schon keine leichte Sache, einen derartigen für das Kennerauge wirklich tadellos erscheinenden Ueberzug auf Messing hervorzubringen; es gehört dazu sowohl eine eigenthümliche Gewandtheit im Arbeiten, als die richtige Beschaffenheit der dafür dienenden Kupferlösung. Selbst erfahrene Arbeiter verlieren oft viel Zeit und

bringen lange keine vollkommene Patina zu Stande, wenn die dafür benutzte Flüssigkeit einmal in Unordnung gekommen, in Verdünnung, Säuremenge oder Reinheit eine Veränderung erlitten, oder das Messing eine andere Zusammensetzung hat. Daraus erklärt sich auch die große Mannigfaltigkeit von Vorschriften für die Herstellung einer qualificirten Schwärzungsflüssigkeit, die in den verschiedenen Werkstätten cursiren. Meistens ist dieser Kupferlösung noch eine gewisse Menge salpetersaures Silber zugefügt, wodurch ein tieferes Schwarz der Patina bedingt wird, ja in manchen Fällen scheut man selbst einen Goldzusatz nicht, um seinen Zweck nur möglichst vollkommen zu erreichen. Aehnlich verhält es sich mit farbigen Patinen auf Messing, dem Bronziren ꝛc. deren Herstellung ebenfalls, wo etwas Vorzügliches verlangt wird, eine der schwierigsten Aufgaben in der Werkstätte bildet. Es ist hieraus ersichtlich, daß die Herstellung patinaartiger Ueberzüge auf Metall eben so viel mehr Sachkenntniß und Kunstfertigkeit gegenüber dem einfachen Lackiren erfordert, als diese Ueberzüge selbst ihrer Natur nach vollendeter sind.

Für Patinen auf Zink treten noch anderweite Schwierigkeiten hinzu. Die energisch reducirende Wirkung dieses Metalls schließt die Anwendung der auf Messing gebrauchten Mittel aus. Ein Schwarzbrennen des Zinks mit einer Lösung von salpetersaurem Kupfer ist unausführbar; das Kupfer wird sofort metallisch ausgeschieden und man erhält beim Erhitzen nur einen unansehnlichen, nicht anhaftenden Ueberzug und nichts weniger als eine Patina. Es giebt zwar, wie Neumann bemerkt, eine vortreffliche von Böttger eingeführte Schrift auf Zink, welche auch den atmosphärischen Einflüssen energisch Widerstand leistet und sich daher vorzüglich zu Pflanzenetiquetten und dgl. eignet. Dieselbe besteht aus einer mit Salzsäure angesäuerten Lösung von salpetersaurem Kupfer und Kupferchlorid, für welche Flüssigkeit Böttger später sogar eine Platinchloridlösung verwandte. Die erstere Flüssigkeit näherte sich also gewissermaßen der für das Schwarzbrennen des Messings gebräuchlichen; ihre Wirkungsweise beim Schreiben auf Zink ist jedoch eine ganz andere. Während dort die eingebrannte Patina wesentlich aus Kupferoxyd besteht, bildet sich auf dem Zink eine Art von pulverförmiger Legirung von Kupfer und Zink, die anfänglich kei=

nen Zusammenhang zeigt und beim Eintrocknen nur in feinen Linien, wie bei Schriftzügen auf dem Zink haftet. Zur Herstellung einer schwarzen Patina auf größeren Flächen eignet sich nach Neumann diese Flüssigkeit daher nicht. — Wir wollen bei dieser Gelegenheit jedoch nicht unerwähnt lassen, daß R. Böttger in neuester Zeit diese Flüssigkeit mit einigen Modificationen empfohlen hat, um den zur Dachbedeckung dienenden Zinkblechen eine schwarze Oberfläche zu geben und dadurch den blendenden Lichtreflex neuer Zinkbedachungen aufzuheben. Man soll nämlich nach Böttger 1 Thl. sogenannte Kupferasche (Kupferglühspan) mit Königswasser (durch Vermischen von 3 Thln. gewöhnlicher Salzsäure mit 1 Thl. Salpetersäure bereitet) so lange erwärmen, bis unter Aufbrausen und Entwicklung von salpetersauren-Dämpfen die Auflösung der Kupferasche erfolgt ist, hierauf zu der grünen Kupferchloridlösung 64 Thle. Wasser setzen und filtriren. In diese Flüsskeit werden nun die zu färbenden, gehörig gereinigten Zinkbleche auf wenige Augenblicke eingesenkt, mit Wasser oberflächlich abgespült, an die Luft zum Abtrocknen gelegt und gleichfalls nur auf wenige Augenblicke in eine Flüssigkeit eingetaucht, die man durch Auflösen von 1 Thl. schwarzem Pech und 2 Thln. natürlichem Asphalt in 12 Thln. Benzol oder leichtem Steinkohlentheeröl (man kann hierzu auch das weit billigere künstliche Terpentinöl aus Petroleum benutzen) dargestellt hat. Nach erfolgtem Trocknen des Harzüberzuges wird endlich das Blech, um einen gewissen matten Glanz hervorzurufen, mit Baumwolle oder baumwollenem Zeug abgerieben. Die Zinkbleche erhalten dadurch eine dauerhafte, zugleich gegen Oxydation schützende Schieferfarbe.

Eine aus Grünspan, Salmiak und Kienruß bestehende Tinte zum Schreiben auf Zinkblech hatte, wie Neumann ferner mittheilt, bereits viel früher Braconnot empfohlen. Ebenso eine solche aus Alaun und Kienruß, welche eine Imitation des von Symon eingeführten Schwarzstiftes zum Schreiben auf Zinkblech war. Nach Pettenkofer könnte man mit der, wesentlich aus einer Auflösung von Grünspan bestehenden Tinte für Zink neue Zinkdächer schwärzen (die oben erwähnte Vorschrift von Böttger hierzu ist viel vollkommener). Dullo endlich hat für die Herstellung eines dauerhaften schwarzen Ueber-

zuges auf Zinkstatuen eine mit Salzsäure stark angesäuerte weingeistige Lösung von Antimonchlorid empfohlen. Auch hier wird jedoch das Metall im feinvertheilten, lockeren Zustande niedergeschlagen und bedingt die mattschwarze Farbe. Gerade dieser Umstand begründet aber nach Neumann die Unbrauchbarkeit dieser Methoden für die eigentliche Patina-Erzeugung auf größeren Flächen; denn ein solcher rein metallischer Niederschlag muß bei entsprechender Dicke und inniger Verbindung mit dem unterliegenden Zink nothwendig mit metallischem Glanze zum Vorschein kommen (wie bei dem auf galvanischem Wege bronzirten Zink), oder er wird, wenn er matt und pulverförmig geblieben, des erforderlichen Zusammenhangs entbehren.

Es können sich folglich nach Neumann für Patina auf Zink nur Substanzen eignen, die der reducirenden Einwirkung dieses Metalles besser oder vollständiger widerstehen und ganz besonders eignet sich hierzu das Mangannitrat oder salpetersaure Manganoxydul. Dieses läßt sich mit Zink ohne weitere Veränderung in Berührung bringen oder auf dasselbe auftragen, erleidet aber beim Erhitzen auf 200—250° C. eine Zersetzung und hinterläßt schwarzes Mangansuperoxyd. Die Temperatur, bei welcher sich das Mangannitrat zersetzt, liegt also noch tief genug unter dem Schmelzpunkte des Zinks (circa 450° C.), um ein Schwarzbrennen des Zinks auf diesem Wege möglich zu machen, wenn auch bei dieser Operation mehr Vorsicht wegen eines Verschmelzens angewendet werden muß, als beim Schwarzbrennen des Messings.

Was nun die Technik des Patinirens mit Mangannitrat betrifft, so ist diese ziemlich dieselbe wie beim Schwarzbrennen des Messings mittels salpetersaurem Kupfer, doch scheint es nach Neumanns Versuchen leichter zu sein, mit dem Mangansalze auf Zink befriedigende Resultate zu erhalten, als mit dem Kupfersalz auf Messing. Das Auftragen der Manganlösung auf das Arbeitsstück kann sowohl durch Eintauchen als mit dem Pinsel geschehen, nur muß darin möglichste Gleichförmigkeit der Flüssigkeitsdecke erreicht werden. Man läßt nun langsam über Kohlenfeuer, bei kleineren Gegenständen über der Weingeist- oder Gasflamme eintrocknen und erhitzt alsdann gleichmäßig noch so weit, daß die ganze mit Mangansalz überzogene Fläche eine tief- und reinschwarze Farbe annimmt. Auch hier ist, wie beim

gewöhnlichen Verfahren für Messing, ein wiederholtes Behandeln in derselben Weise erforderlich, wobei man das Arbeitsstück jedesmal auf mechanischem Wege, durch Bürsten, Waschen u. s. w. zuvor von dem nicht fest anhaftenden Oxyd säubert. Hat nach der letzten Waschung der Gegenstand die beanspruchte gleichmäßige kernschwarze Farbe, so trocknet man ihn nochmals über dem Feuer ab und reibt ihn mit möglichst wenig Leinölfirniß ein, wie dieses ja beim Schwarzbrennen des Messings auch geschieht; denn dieses Einreiben hat für die Wirkung auf das Auge eine wesentliche Bedeutung. Um ein, allen Anforderungen entsprechendes Resultat zu erzielen, ist ein 7—8 maliges Wiederholen des Prozesses nöthig. Der dadurch auf dem Zink gewonnene Ueberzug hat dann eine tief kernschwarze Farbe, welche jedenfalls mit der auf Messing gebräuchlichen zu concurriren vermag. Er haftet äußerst fest auf dem Metall, verträgt Biegen und selbst Hämmern in hohem Grade, ohne abzuspringen und genügt somit vollkommen den mechanischen Anforderungen. Die chemische Natur desselben macht ihn zugleich widerstandsfähiger gegen atmosphärische Einflüsse, als es die Kupferoxydpatina auf Messing ist. Auch verdünnte Säuren, welche die schwarze Patina auf Messing sofort zerstören, greifen diese Zinkpatina nicht an. Selbstverständlich wird aber bei größerer Concentration und längerer Einwirkung dabei das Zink unter der Patina aufgelöst. Concentrirte Salzsäure löst die Patina mit brauner Farbe zu Manganchlorid. — Zur Herstellung des Mangannitrats löst man ganz einfach kohlensaures Mangan in verdünnter Salzsäure bis zur Neutralisation auf, d. h. bis die Salzsäure nichts mehr davon aufzulösen im Stande ist, filtrirt und concentrirt die Flüssigkeit durch vorsichtiges Eindampfen bei gelinder Wärme bis zu dem spec. Gew. 1,125 (16 – 17° Baumé). Bei solcher Concentration eignet sich die Lösung am besten zu der beschriebenen Verwendung. Uebrigens erklärt sich Neumann bereit, das Präparat gegen Ersatz der Selbstkosten zu liefern. Die Redaction von Dingl. polytechnischem Journal, durch welches Neumann seine Arbeit der Oeffentlichkeit übergeben hat, bestätigt die Angaben Neumanns und empfiehlt dessen Methode.

In letzter Zeit ist noch eine Methode zum Schwarzbeizen des Zinks von Knaffl empfohlen worden. Hiernach soll man die Oberfläche des zu färbenden Zinks zunächst mit

Sand und verdünnter Schwefelsäure reinigen und das so gereinigte Arbeitsstück einen Augenblick in eine Auflösung von 4 Thln. schwefelsaurem Nickeloxydul-Ammoniak in 40 Thln. schwach mit Schwefelsäure versetztem Wasser eintauchen, dann abspülen und trocknen. Die hierdurch entstandene schwarze Farbe hafte fest und nehme unter dem Polirstahl eine Bronzefarbe an.

Für viele Verwendungen des Zinks ist die Herstellung eines dauerhaften Anstrichs auf demselben nothwendig, aber gerade dies ist schwierig, weil die Anstriche auf dem Zink nicht gut haften. J. Miller in Eßlingen hat über Lackirung von Zinkblech einige beachtenswerthe Mittheilungen veröffentlicht, welche sich auf 15 jährige Erfahrungen gründen, die er als Techniker in einer Uhrenschildfabrik des badischen Schwarzwaldes machte. In jener Fabrik benutzte man zu den Uhrenschildern (Zifferblättern) größtentheils nur Zinkblech (wegen der Verwendbarkeit des Abfalls zum Räderguß). Das öfters empfohlene Anbeizen des Zinks mit verdünnter Schwefelsäure, um die Firnisse auftragen zu können, ist nur für Gußwaaren tauglich. Für Blech ist dagegen das Aufschleifen, wenn auch etwas umständlicher, so doch sicherer. Zu diesem Zwecke werden die zugeschnittenen und gut ausgeebneten Bleche (z. B. Uhrenschilder) auf der zu lackirenden Seite mit feinem Sande oder Bimsstein naß (des ungesunden Staubes wegen) abgeschliffen, bis sich keine dunkeln Stellen mehr zeigen und gut abgetrocknet. Oder man schleift mit Bimssteinmehl mittels eines Zwilchlappens ab. Als erster Anstrich sind alle aus Blei, Kupfer und Eisen hergestellten Farben zu vermeiden. Zu weißem Anstrich nehme man als ersten Anstrich Zinkweiß. Die Lackirung mit schnell trocknenden Farben ist auf Zinkblech durchaus unanwendbar. Es ist eine unumstößliche Thatsache, daß nur fette und in erforderlichem Hitzegrade getrocknete Anstriche auf Bleche und Zinkwaaren von entsprechender Dauer und Härte sind, daher das Trocknen in sogenannten Lacköfen und Heizstuben. Zink darf jedoch hierbei nicht über 100° C. erhitzt werden. Schnell trocknende magere Anstriche haften schon wegen der leichten Biegsamkeit des Zinks nicht, daher muß man fette, aber gut trocknende Oel- und Lackfirnisse zum Anstrich benutzen und die Waare in einer Wärme von 70—90° C. zwei bis drei Tage trocknen lassen. Leinölfirniß, welcher hierzu gebraucht wird,

muß mit Zinkvitriol (schwefelsaurem Zink) oder Mangan gekocht sein. Zu dunkeln Farben und Schwarz ist das in dem Handel vorkommende braune Siccativ anwendbar. Das Aufbewahren von lackirten Zinkwaaren in feuchten Magazinen ist auch den bestlackirten nachtheilig. Hieraus geht hervor, daß zu einer guten Lackirung des Zinkbleches die aufgeschliffene Fläche desselben zunächst mit einem neutralen Anstriche von irgend einer Zink- oder Erdfarbe z. B. Kreide anzustreichen ist; oder man reibt das Blech auf beiden Seiten dünn mit trockenem Siccativ ein und läßt es trocknen. Nun erst kann man die Hauptfarbe, z. B. Bleiweiß, auftragen.

## Eisen.

Ueber die Gewinnung und Fabrikation dieses Metalls, in seinen verschiedenen Zuständen, namentlich über die Stahl- und Stabeisen-Fabrikation sind auch im verflossenen Jahre zahlreiche Mittheilungen gemacht worden. Wir verweisen zunächst auf eine Notiz im vorigen Jahrgange (vgl. Jahrg. IV. dieses Jahrb. S. 287 f. f.) über ein von Heaton, sowie von Hargreaves empfohlenes, angeblich sehr vortheilhaftes Verfahren zur Ueberführung von Roheisen, wobei selbst die geringeren Sorten benutzt werden können, in Stahl oder Roheisen mittels Natronsalpeter oder einer Mischung von Braunstein und Natronsalpeter. Hierbei läßt man das zu verwandelnde Roheisen in eine Art von Bessemerbirne, einen sogenannten converter fließen, in deren untersten Theil (Boden) vorher der mit Braunstein innig gemischte, in einen Behälter von feuerfestem Thon gut eingestampfte Salpeter eingesetzt worden ist. Sobald das glühend flüssige Eisen mit dem Salpeter in Berührung kömmt, zersetzt sich der letztere unter Entwicklung von Sauerstoffgas, welches, in dem Eisen emporsteigend, eine ähnliche Reaction hervorruft wie beim Bessemern die eingepreßte Luft; d. h. das Eisen wird dadurch entkohlt, während sich zugleich die fremden Beimischungen, namentlich Schwefel und Phosphor ebenfalls oxydiren und in die entstehende Schlacke übergehen. Ueber den praktischen Werth dieses Verfahrens sind die Ansichten getheilt und zugleich wird die Priorität desselben von Mehreren in Anspruch genommen. Gegenwärtig wird das Verfahren fast allgemein als „Heaton's Stahl-Frisch-

prozeß" bezeichnet und hiernach Heaton als der eigentliche Erfinder anerkannt, während es anderntheils zweifellos ist, daß der Chemiker Hargreaves zuerst im Jahre 1864 die Einwirkung des Kali- oder Natronsalpeters auf flüssiges Roheisen einer näheren Prüfung unterworfen und dabei die Beobachtung gemacht hat, daß mittels Anwendung von Natronsalpeter, dessen zu heftige Einwirkung durch Zuschlag von Eisenoxyd oder Braunstein gemäßigt werden kann, das geschmolzene Roheisen sich in beliebigem Grade entkohlen läßt, wobei das frei gewordene Alkali mit dem im Eisen enthaltenen Silicium, Schwefel und Phosphor chemische Verbindungen bildet. Hargreaves ließ sich das in Rede stehende Verfahren gemeinschaftlich mit dem Eisengießereibesitzer Th. Robinson zu Widnes patentiren. Wie verschieden aber das Urtheil über den sogenannten Heaton'schen Stahlfrischprozeß ist, geht aus Nachstehendem hervor. In einem besonderen Gutachten hierüber spricht sich Wm. Allen Miller sehr günstig folgendermaßen aus: „Das dem Heaton'schen Verfahren zu Grunde liegende chemische Prinzip erweist sich als gut und die Art, in welcher das angestrebte Resultat erreicht wird, ist ebenso einfach als rasch ausführbar. Die Salpetersäure des Natronsalpeters giebt an die im Roheisen stets vorhandenen fremdartigen Bestandtheile Sauerstoff ab und verwandelt sie dadurch in Verbindungen, welche sich mit dem Natron vereinigen, mit demselben in die Schlacken treten und mit diesen entfernt werden. Diese Wirkungsweise des Natronsalpeters bildet einen der charakteristischen Züge des Heaton'schen Prozesses und verleiht demselben ein Uebergewicht über die gewöhnlich üblichen Oxydationsmethoden". Ebenso anerkennend lautet auch das Urtheil des Ingenieurs R. Mallet. Nach dessen Meinung steht Heaton's patentirtes Verfahren zur Umwandlung von Roheisen in Stahl mittels salpetersauren Natrons in allen Stücken mit den Grundsätzen der theoretischen Metallurgie im Einklange; dasselbe läßt sich mit vollkommener Zuverlässigkeit, Gleichförmigkeit und Leichtigkeit in großem Maßstabe ausführen und liefert Produkte von hohem Handelswerthe. Ferner vermag nach Mallet Heaton's Verfahren mit jeder anderen Methode zur Darstellung von Stabeisen und Stahl siegreich in Concurrenz zu treten und ermöglicht, abgesehen von den geringeren Herstellungskosten die Produktion von Stabeisen erster

Qualität und von ausgezeichnetem Stahle aus ungereinigten, stark schwefelhaltigen und an Phosphor reichen Roheisensorten, aus denen durch einen anderen bekannten Prozeß, selbst nicht durch das Bessemern, irgend ein verkäuflicher Stahl oder ein Schmiedeeisen nicht dargestellt werden kann, welches nicht in stärkerem oder geringerem Grade kaltbrüchig oder rothbrüchig ist. Ziemlich ungünstig spricht sich dagegen F. Kohn, Civilingenieur in London, über Heaton's Stahlfrischprozeß aus. Zunächst hebt Kohn hervor, daß der sogenannte Heaton-Stahl, von Heaton selbst „Rohstahl" genannt, nur ein Halbprodukt sei, welches selbst nach dem Ausrecken unter dem Hammer noch 0,298 Proc. Phosphor enthalten habe, in einem Falle, wo es aus Roheisen von 1,455 Proc. Phosphorgehalt dargestellt worden sei. Ein solcher Phosphorgehalt sei aber für verkäuflichen Stahl irgend welcher Sorte noch viel zu groß. Mittelmäßige Sorten von Bessemerstahl enthalten niemals ein Drittel von jener Phosphormenge und die besten Sorten von Gußstahl oder Bessemerstahl enthalten überhaupt nicht über 0,055 Proc. Phosphor. Auch betreffs der Billigkeit des Verfahrens, die hier ganz besonders entscheidend in die Waagschale fällt, glaubt Kohn nicht, daß sich in Wirklichkeit ein günstiges Resultat herausstelle. Die Beschaffung der erforderlichen Mengen von Salpeter sei schwierig, da dieses Salz bereits in vielen anderen Industriezweigen massenhaft consumirt wird. Der niedrigste Preis für salpetersaures Natrium betrage gegenwärtig in England 10 Pfd. St. per Tonne. Nach Miller seien nun zur Verarbeitung einer Tonne Roheisen auf Stahl ungefähr 3 Ctr. Natronsalpeter erforderlich; demnach belaufen sich die Ausgaben für die zur Umwandlung erforderliche Menge dieses Salzes auf 10 Thaler per Tonne oder auf 15 Sgr. per Ctr. Roheisen. Berücksichtige man dabei den unvermeidlichen Abbrand und andere während des Umwandlungsprozesses stattfindende Verluste, so ergebe sich, daß der Betrag von 20 Sgr. per Ctr. producirten Stahls als der niedrigste Satz für den Aufwand an salpetersaurem Natrium anzusehen sei. Auf dem Continente, wo der Natronsalpeter meistens theurer ist als in England, stelle sich das Verhältniß noch ungünstiger. Nun sei aber der Unterschied im Preise von phosphorhaltigem Roheisen und von vergleichsweise phosphorfreiem Roheisen ungefähr ebenso groß, als der

oben angegebene Preis des Natriumsalpeters; es sei demnach offenbar weit einfacher, das theurere Roheisen zu kaufen und aus demselben wirklich reinen Stahl zu produciren, als schlechteres Roheisen in einer sicherlich sehr unvollkommenen Weise zu reinigen und für die zu diesem Reinigungsprozesse erforderlichen Chemikalien die ganze Preisdifferenz des guten und des schlechten Roheisens aufzuwenden. Kohn kömmt nach Erwägung aller Umstände zu folgendem Schlußresultate:

„Die behaupteten Vortheile des Heaton'schen Verfahrens zur Fabrikation von Stahl sowohl als von Stabeisen erweisen sich somit als völlig unbegründet. Zur Stabeisenfabrikation ist das Verfahren in seiner gegenwärtigen Gestalt nicht billiger als der gewöhnliche Puddelprozeß und seine Produkte sind von bedeutend geringerer Qualität als die Erzeugnisse des letzteren. Zur unmittelbaren Darstellung von Stahl ist der Heaton'sche Converter ganz unbrauchbar und macht die Anlage eines Tiegelofens zur Gußstahlfabrikation erforderlich. Demnach kann das in Rede stehende Verfahren mit dem Siemens-Martin'schen Verfahren, und mit dem Stahlpuddelprozesse nicht concurriren, wenn als Rohmaterial gute Roheisensorten angewendet werden und aus den schlechten Sorten von britischem Roheisen producirt der Heaton'sche Prozeß dieselben Sorten von kaltbrüchigem, sprödem Material, welches aus solchem Roheisen mittels aller anderen Methoden der Stahlfabrikation überhaupt erzeugt werden kann und unvermeidlich erzeugt wird — ein Material, welches zu jeder praktischen Verwendung ununtauglich wird."

Beachtenswerth ist, daß sich auch H. Bessemer eingehend mit diesem Gegenstande beschäftigt und besondere Vorrichtungen construirt hat, um das Entkohlen des Roheisens mittels Natronsalpeter mit Vortheil vornehmen zu können. Wäre Bessemer nicht von dem praktischen Werthe dieses Verfahrens überzeugt, so würde er sich kaum bemühen, die Anwendung von Natronsalpeter mit seinem weltberühmt gewordenen Stahlbereitungsprozesse zu combiniren, um sich dadurch die Früchte dieser Erfindung, deren Priorität er zu beanspruchen scheint, zu sichern. — Nach Bessemer kann man den Natronsalpeter in verschiedener Weise auf das Roheisen wirken lassen. Entweder wird, wie dies auch von Heaton und Hargreaves empfohlen worden, an

dem Boden des, das geschmolzene Roheisen aufnehmenden Gefäßes (der Birne), ein Kästchen mit durchbrochenen Wandungen angebracht, welches eine hohe Temperatur zu ertragen vermag und in welches man den Salpeter in geschmolzenem Zustande hineinfüllt, damit nachher, wenn das flüssige glühende Roheisen darauf wirkt, die Sauerstoffgas-Entwicklung möglichst gleichmäßig von Statten gehe. — Oder der geschmolzene Natronsalpeter wird für sich allein, oder in Verbindung mit Oxyden oder mit kieselsaurem Eisen oder Mangan (Schlacken) in mehr oder weniger raffinirtes flüssiges Roheisen und zwar in der Richtung von obon nach unten mittels Formen und Düsen unter beliebigem Winkel („Stechen" der Formen) eingepreßt. Die Formenmündungen liegen dicht über der Oberfläche des zu verarbeitenden flüssigen Roheisens; durch dieselben wird ein aus dem geschmolzenen Salpeter und aus Schlacken bestehendes Gemenge in das letztere injicirt und hier mehr oder weniger rasch und vollständig zersetzt. Dadurch werden die schädlichen Nebenbestandtheile des Eisens oxydirt; das Metall selbst wird entkohlt und raffinirt und der Menge und der chemischen Zusammensetzung der injicirten Substanzen entsprechend in Stahl oder Stabeisen oder in ein mehr oder weniger gefeintes Roheisen verwandelt. Dieser Prozeß wird entweder in der bekannten Bessemer'schen auf Zapfen ruhenden Birne oder in feststehenden, mit feuerfestem Thon gefütterten Gefäßen oder im Herde eines gewöhnlichen Feineisenfeuers ausgeführt. Bei der Verarbeitung von sehr phosphorhaltigem Roheisen unterbricht Bessemer die Injection des oben genannten, in flüssigen Zustand versetzten Gemenges eine bestimmte Zeit lang, so daß das Metall einen teigigen körnigen und halbstarren Zustand annimmt und seinen Phosphorgehalt an die flüssige Schlacke abgeben kann. Das so behandelte Eisen wird dann in mehr oder weniger starrem Zustande in die Luppenquetsche, zwischen die Zängewalzen oder unter den Stempelhammer gebracht und sofort zu Stäben oder Schienen verarbeitet; oder es wird noch im Ofen mit einer angemessenen Menge von flüssigem, gutem (am besten manganhaltigem) Roheisen versetzt und das durch Zusammenschmelzen beider Materialien erhaltene Produkt wird in eine Gießpfanne abgestochen und zu Zainen vergossen. Zum Behufe der Injection bringt Bessemer den Natronsalpeter in einem eisernen, mit einem Mantel umgebenen Gefäße mittels stark erhitzter atmo=

sphärischer Luft oder überhitztem Wasserdampf zum Schmelzen läßt diese Luft oder diesen Dampf auf die Oberfläche des flüssigen Gemenges wirken, damit dasselbe mit solcher Kraft in das flüssige Metall eingepreßt wird, daß es tief in die Masse des letzteren hineindringt und sie in eine rasche Bewegung setzt. Auf diese Weise werden alle Theile des Metalls der Wirkung jener Agentien ausgesetzt und eine solche Bewegung wird in cylindrischen Gefäßen am besten dadurch erzeugt, daß die Düsen in tangentialer Lage angebracht werden.

Eine genaue Beschreibung und Abbildung eines solchen Apparates findet man in Dingler's Polyt. Journ. B. 191, S. 217. — William Crookes fand in dem mit Salpeter entkohlten Eisen, krystallisirtes Eisen in Form kleiner Würfel, deren Kanten zum Theil vollständig scharf ausgebildet waren.

Das Spectrum der Bessemerflamme ist besonders von Lielleg genauer beschrieben worden (s. Jahrg. III. dieses Jahrb. S. 362), indem man die Hoffnung hegte, daß es möglich sein werde, durch sorgfältige Beobachtung des Spektrums wichtige Aufschlüsse und Merkmale über den Verlauf und das Ende des Bessemerprozesses zu gewinnen und von der Annahme ausging, daß einige charakteristische Linien dieses Spectrums hauptsächlich durch Kohlenoxydgas bedingt werden. Namentlich beobachtete man einige grüne und blaue Liniengruppen, deren Natur man bisher nicht kannte. A. v. Lichtenfels hat nun nachgewiesen, daß jene grünen Liniengruppen dem Mangan angehören und hofft, daß es auch gelingen wird, die noch zweifelhaften blauen Linien zu bestimmen. Hieraus geht hervor, daß die besonderen Linien des Bessemerspectrums nicht dem Kohlenoxyde angehören, sondern dem Mangan und anderen Elementen des Roheisens und daß daher der Spectralapparat kein Indicator der Entkohlung beim Bessemerprozesse sein kann.

Capitän Le Guen in Brest hat seine Versuche über die Fabrikation von Wolfram-Bessemerstahl fortgesetzt und wiederholt nachgewiesen, daß sich dieser Stahl, trotz seines geringen Wolframgehaltes, sehr vortheilhaft dadurch auszeichne, daß er sehr weich und sehr fest ist und sich dabei gut härten läßt. Er eigne sich daher außer zu Eisenbahnschienen besonders noch in Fällen, wo es sich darum handle, an bestimmten Stellen gewisse Maschinentheile zu härten, ohne die Weichheit

des Stahls an den anderen Theilen zu ändern. Der Wolfram-Bessemerstahl stelle sich im Productionspreise per 100 Kilogramm um 3,80 Francs oder bei Eisenbahnschienen per laufenden Meter um 1,44 Francs höher als der gewöhnliche Bessemerstahl. Diese Differenz werde jedoch durch die vom Wolfram bewirkte Qualitätsverbesserung reichlich aufgewogen.

Neben dem Bessemern findet das Martin'sche oder Siemens-Martin'sche Verfahren der Stahlerzeugung, über welches wir bereits im vorigen Jahrg. (s. Jahrg. IV. dieses Jahrb. S. 289) ausführlichere Mittheilungen gemacht haben, in allen Staaten eine gute Aufnahme und scheint vollständig geeignet zu sein, theils mit dem Bessemern zu concurriren, theils das Bessemerverfahren da zu ergänzen oder zu ersetzen, wo dasselbe nicht anwendbar ist. Die beiden Brüder Emil und Peter Martin in Paris sind die Erfinder des nach ihnen genannten Verfahrens; da aber bei Ausführung desselben der Siemens'sche Regeneratorofen eine wichtige Function verrichtet, so haben die Brüder Martin selbst damit begonnen, ihr Verfahren das Siemens-Martin'sche zu nennen. F. Kohn sagt in einem Berichte über diese Methode: „Der Siemens-Martin'sche Prozeß realisirt den alten, wiederholt angeregten Gedanken, Stab- oder Schmiedeeisen in einem Bade von flüssigem Roheisen einzuschmelzen und auf diese Weise die ganze Masse in Stahl zu verwandeln. Die Hauptelemente einer erfolgreichen Ausführung dieser Idee und die Punkte, durch welche sich dieselbe von allen früheren mißlungenen Versuchen unterscheidet, bestehen erstlich in der sehr hohen Temperatur und in der neutralen, nicht oxydirenden Flamme, welche durch den Siemens'schen Regenerativofen erzeugt werden; zweitens in dem Verfahren beim Einsetzen des entkohlten Eisens in das Roheisenbad in abgewogenen Chargen". Nach Kohn's Meinung, die mit älteren Urtheilen übereinstimmt, ist der Siemens-Martin'sche Prozeß für die Eisenhüttenbesitzer in vielen Gegenden von großer Bedeutung". Derselbe ist zur Umwandlung von altem Material (Stabeisen und Stahl) anwendbar. Mittels desselben läßt sich der von allen anderen Stahlerzeugungsmethoden herrührende Abfall und Ausschuß verwerthen; seine Anwendbarkeit ist nicht auf graues oder stark gekohltes Roheisen beschränkt und aus allen diesen Gründen kann das Verfahren in Gegenden

eingeführt werden, welche sich bisher in Bezug auf Stahlfabrikation in ungünstigen Verhältnissen befanden.“ „Es entsteht nun“, sagt Kohn, die Frage, in welcher Weise das neue Verfahren auf die Fortschritte des Bessemerprozesses einwirken wird, als dessen Nebenbuhler es aufzutreten scheint. Meiner Ansicht nach wird der einzige Einfluß, welchen der Siemens-Martin'sche Prozeß auf das Bessemerstahlgeschäft ausüben kann, darin bestehen, das letztere anzuregen und zur Erweiterung seiner Sphäre beizutragen. Beide Prozesse können, da sie zwei verschiedene Klassen von Rohmaterial verarbeiten, niemals in directe Concurrenz miteinander gerathen. Wo graues Roheisen von einer zur directen Umwandlung hinlänglichen Reinheit zu haben ist, wird das Bessemerverfahren die vortheilhafteste und in der That die allein geeignete (?) Methode zur Stahlfabrikation sein; in allen Fällen aber, wo das Rohmaterial in Stabeisen, weißem Roheisen oder in solchem Roheisen besteht, welches erst durch den Puddelprozeß gereinigt werden muß, bevor es als Material für die Stahlfabrikation benutzt werden kann, wird das Siemens-Martin'sche Verfahren an seinem Platze sein. Durch Aufarbeitung und Verwerthung des Abfalles und Ausschusses der Bessemerstahlhütten, der Abschroter von Stahlschienen und anderer Abfallprodukte ähnlicher Art, wird der neue Prozeß dazu beitragen, die Produktionskosten des Bessemerstahls, bei denen jene Abfallprodukte eine große Rolle spielen, zu vermindern. Obschon bei dem neuen Verfahren Roheisensorten von geringerer Qualität zur directen Stahlerzeugung nicht benutzt werden können, läßt sich dasselbe dagegen sehr vortheilhaft zur Fabrikation von Stahl aus geringeren Sorten von Stabeisen anwenden. Es wird demnach allen denjenigen großen Mittelpunkten einer lange bestehenden Eisenfabrikation sehr wichtige Dienste leisten können, deren zukünftige Existenz durch die unwiderstehliche Concurrenz des Bessemerprozesses (welcher selbst auf das in diesen Lokalitäten verfügbare Rohmaterial nicht angewendet werden kann) gefährdet ist. Somit wird das Siemens-Martin'sche Verfahren dem Bessemerprozesse, sowie dem Stahlhüttenwesen im Allgemeinen noch in anderer Hinsicht einen wichtigen Dienst leisten, indem es die Einführung der Stahlfabrikation in Gegenden ermöglicht, welche von diesem Industriezweige bisher durch ungünstige natürliche Verhältnisse abgesperrt

waren. Dadurch wird aber die so wünschenswerthe Einführung des Stahls an Stelle des Schmiedeeisens zu Ingenieurzwecken befördert werden."

F. Kupelwieser in Leoben hat einen sehr schätzenswerthen Vergleich des Bessemerprozesses mit dem Martin'schen Verfahren der Stahlerzeugung angestellt, wobei er zu dem Resultate gelangt ist, daß das Martin'sche Verfahren nicht allein, wie Kohn glaubt, neben dem Bessemerprozeß bestehen kann, sondern unter Umständen als wirklicher Concurrent des Bessemerns auftreten wird. Er sagt: „Beide Prozesse eignen sich gleich gut, um Roheisen in alle Zwischenprodukte, vom härtesten Stahle angefangen, bis zum weichsten Eisen umzuwandeln, indem bei beiden Prozessen die Entkohlung des Eisens beliebig weit getrieben werden kann. Ebenso kann man das vollkommen flüssig erhaltene Produkt in beliebig große Blöcke gießen, daher bei Erzeugung großer Stücke die sonst beinahe unvermeidliche Fehlerquelle, das Zusammenschweißen vermeiden. Beide Prozesse gehen meist bis zur Erzeugung des weichen Eisens und kohlen dann durch Zusatz von kohlenstoffreichem Roheisen zurück; nur sind der Weg, welchen die beiden Prozesse zur Entkohlung einschlagen, sowie die Mittel zur Erzeugung der erforderlichen Temperatur verschieden. Während Bessemer die Abscheidung des Kohlenstoffs sowie theilweise die der fremdem Bestandtheile durch ein wirkliches Frischen mit Wind bewerkstelligt und durch Verbrennung des Kohlenstoffs, Siliciums, Eisens, Mangans &c. die nöthige Temperatur erzeugt, verarbeitet Martin ein Gemenge von Roheisen und von (auf irgend eine Weise) gefrischtem Eisen, welchem mitunter oxydirende Zuschläge, wie rohe oder geröstete Erze, eisenreiche Schlacken, Hammerschlag &c. zugesetzt werden. Die zur Durchführung des Prozesses erforderliche Temperatur wird immer durch Wärmezuführung von außen hergestellt. Man wird in beiden Fällen nur dann eine vorzügliche Qualität des Produktes erzielen können, wenn man ein vorzügliches Roheisen verwendet. Da jedoch einzelne Bestandtheile aus dem Roheisen vollständiger durch den Puddlingsprozeß ausgeschieden werden, als durch den Bessemerprozeß, so wird das Schlußprodukt bei Anwendung gleicher Materialien beim Martin'schen Prozesse um so besser, d. h. reiner sein können, je mehr früher gefrischtes Eisen im Verhältnisse

zum Roheisen zugesetzt wurde, so daß man bei gleicher Qualität des verwendeten Roheisens mit Hülfe des Martin'schen Prozesses ein wenigstens ebenso gutes, meist ein besseres Produkt erhält als beim Bessemern. Besonders in die Waagschale fallend ist dieser Vortheil, wenn man Roheisensorten mit etwas größerem Schwefel- und Phosphorgehalt zu verarbeiten hat, da beim Bessemern die Abscheidung des Schwefels nur theilweise, die des Phosphors aber noch unvollkommener erfolgt."

Kupelwieser weist ferner nach, daß das Martin'sche Verfahren, trotzdem daß die Dauer der Charge bei demselben viel länger (7—8 Stunden) ist, doch, wenn man beide Prozesse in ihrem ganzen Umfange mit einander vergleicht, keinen größeren Brennstoffaufwand erfordert als das Bessemern; im Gegentheil, es findet sogar eine Ersparniß an Holzkohlen zu Gunsten des Martin'schen Verfahrens statt. Betreffs des Arbeitslohns findet ebenfalls kein wesentlicher Unterschied statt. Die häufig ausgesprochene Ansicht, der Martin'sche Prozeß eigne sich mehr für kleine Produktionen, während der Bessemerprozeß besser für große Hütten anwendbar sei, widerlegt Kupelwieser. Der Martin'sche Prozeß gestatte zwar einen kleineren Betrieb, worin gerade ein wesentlicher Vortheil gegenüber dem Bessemern bestehe; allein er schließe deshalb einen großartigen Betrieb nicht aus, ja er lasse sogar eine allmälige, den wachsenden Anforderungen entsprechende Erweiterung des Betriebes leichter zu als der Bessemerprozeß und die Anlage sei bei gleicher Leistungsfähigkeit billiger. Den Martin'schen Prozeß könne man mit einem geringen Betriebscapital beginnen, was bei der Anlage einer Bessemerhütte vollkommen unmöglich sei. Kupelwieser faßt schließlich die Hauptvortheile des Martin'schen Prozesses gegenüber dem Bessemerprozesse in den folgenden vier Sätzen zusammen:

„1. Die Verwendbarkeit des weißen Roheisens statt grauem und die dadurch thunliche Ersparniß an Holzkohle."

„2. Der langsamere Verlauf des Prozesses und die damit verbundene Möglichkeit der genauen Einhaltung einer verlangten Härtenummer des Produktes."

„3. Geringeres Anlagekapital und beliebige Erweiterung des Betriebes."

„4. Bessere Verwerthung aller Abfallprodukte des eigenen

wie anderer Hüttenprozesse, sobald dieselben Eisen und nicht Schlacke sind.

C. Schinz in Straßburg bestreitet die Annahme, daß sich der Siemens'sche Regenerativ-Ofen vor allen anderen zur Durchführung des Martin'schen Prozesses eigne; er macht darauf aufmerksam, daß unter allen Umständen bei Schmelzprozessen der Nutzeffect um so kleiner sei, als die dazu nothwendige Temperatur höher ist, weil einerseits mehr Wärme aus dem Ofen evacuirt wird, andererseits mehr durch Transmission der Ofenwände verloren geht. „Wenn aber", sagt Schinz, „eine Construction wie der Regenerativ-Ofen die transmittirende Ofenwandfläche durch die Einführungs- und Abführungs-Canäle um mehr als das Doppelte größer macht, als sie nothwendig sein muß, so ist es kein Wunder, wenn selbst bei sehr hohem Consum in der Zeiteinheit die Temperatur der Oefen eben kaum diejenige erreicht, welche zum Schmelzprozesse nothwendig ist und das ist nun bei dem in Rede stehenden Ofen der Fall; denn wäre die Ofentemperatur irgendwie höher als der Schmelzpunkt, so könnte die Operation unmöglich 7 bis 8 Stunden dauern." Um nach dem Martin'schen Verfahren, welches bessere Produkte giebt als das Bessemern, Stahl mit möglichst geringem Aufwand darzustellen, ist es nach Schinz vor Allem nothwendig, dem Ofen eine Temperatur zu geben, die höher ist, als der Schmelzpunkt, um die Schmelzzeit zu verkürzen. Dieses sei namentlich möglich, wenn das von Schinz erfundene Verfahren der Elimination des Stickstoffs zur Anwendung gebracht werde, welches darin bestehe, reines Kohlenoxyd darzustellen und dasselbe mitten in einer Quantität Brennstoff zu verbrennen.

Ueber verschiedene neue in die Oeffentlichkeit gelangte Vorschläge zur Stahlbereitung oder Schmiedeeisenfabrikation glauben wir vorläufig hinweggehen zu können, da die darauf bezüglichen Mittheilungen noch zu unvollkommen sind, um ein Urtheil zu gestatten. Dagegen wird im Anschlusse an die vorstehenden Betrachtungen, besonders in Rücksicht auf die divergirenden Ansichten über den Werth des Verfahrens der Stahlbereitung mit Natronsalpeter, wobei ein ziemlich phosphorhaltiger Stahl gewonnen wird, nachstehende Mittheilung von W. M. Williams, über den Einfluß des Phosphors auf die Eigenschaften des Schmiedeeisens und Stahls

von Interesse sein. Williams knüpft seine Mittheilung an eine Notiz von Dr. P. H. Paul, nach welchem ein geringer Gehalt von Phosphor im Schmiedeeisen und Stahl nicht so nachtheilig sei, als man bisher angenommen habe (welcher Ansicht auch Dr. Miller beistimmt). Diese Ansicht beruht nun nach Williams auf einem Trugschluß, indem Paul die betreffenden Proben auf die Festigkeit nicht richtig ausgeführt hat. Untersuche man Proben von Schmiedeeisen oder kohlenstoffarmem Stahl, welche nur durch ihren Phosphorgehalt von einander abweichen, auf ihre relative Zähigkeit, so werde man die bisherige Ansicht über den nachtheiligen Einfluß des Phosphors bestätigt finden. Die Wirkung des Phosphors auf Schmiedeeisen und Stahl bestehe darin, daß er deren Härte und Sprödigkeit im kalten Zustande vermehre und zugleich, innerhalb gewisser Grenzen, ihre Zähigkeit vergrößere, vorausgesetzt, daß sie nicht schon sehr mit anderen hartmachenden Bestandtheilen beladen seien. Diese Bemerkung beziehe sich aber nur auf den Fall, daß die Zähigkeit durch eine allmälig angebrachte, in der Richtung der Länge der Stäbe wirkende Kraft gemessen werde.

Wenn das Schmiedeeisen oder der Stahl in Form von Stäben lediglich einer in der Richtung der Achse derselben wirkenden Kraft, welche niemals plötzlich wirksam werden und durchaus nicht von Vibrationen begleitet sein würde, ausgesetzt werden sollte, so würde die Folgerung Paul's, daß ein Gehalt von 0,24 Proc. Phosphor ganz unschädlich sei und ebenso Miller's Behauptung, daß ein Gehalt von 0,298 Proc. Phosphor im Stahleisen die Qualität desselben nicht beeinträchtige, ganz richtig sein; denn Stahleisen (nach Heaton's Verfahren dargestellter Stahl) würde für diesen Zweck durch einen solchen Phosphorgehalt sogar verbessert werden. Es sei aber offenbar, daß die erwähnten Bedingungen praktisch nicht realisirt werden können. Wenn man die von der Schneide eines Meißels, eines Beiles, eines Schwertes, eines Grabstichels oder eines Drehstahles, von den Zähnen einer Feile oder einer Säge zu verrichtende Arbeit, überhaupt die Leistung, welche man von Schneidewerzeugen verlange, in Betracht ziehe, so sei es einleuchtend, daß das Vermögen einem plötzlichen, vibrirenden und transversalen Stoße zu widerstehen, die Eigenschaft sei, auf welche es hauptsächlich ankomme. Diese Eigenschaft sei es aber gerade, welche der

Phosphor zu vernichten strebe. Ein Uebermaß an gebundenem Kohlenstoff habe eine ähnliche Wirkung und es sei überhaupt unmöglich, Härte ohne Opfer an Zähigkeit zu erlangen. Dieses Opfer sei aber weit größer, wenn die Härte durch Phosphor, als wenn sie in gleichem Grade durch Kohlenstoff hervorgebracht werde. Die von Phosphor herrührende Härte unterscheide sich von der von Kohlenstoff herrührenden außerdem durch ihre Unveränderlichkeit, d. h. dadurch, daß sie nicht durch Anlassen verringert werden könne. Wenn man das Eisen oder den Stahl erhitze, so verschwinde sie zwar, stelle sich aber beim Abkühlen ohne merkliche Aenderung wieder ein. (Ueber Phosphoreisen siehe unten).

Wie wir schon im ersten Jahrgange dieses Jahrb. (s. daselbst S. 286) mittheilten, erklärt man sich die Entstehung des hämmerbaren Gußeisens dadurch, daß man annimmt, das Roheisensteinpulver (vgl. auch Jahrg. III. dieses Jahrb., S. 367), mit welchem die Gußstücke umhüllt und geglüht werden, entziehe, wenigstens von der Oberfläche, dem Gußeisen einen Theil des Kohlenstoffs und verwandle dadurch das Gußeisen theilweise in Schmiedeeisen. Diese Ansicht erklärt Mallet als eine irrige und behauptet, daß der Kohlenstoffgehalt im hämmerbar gemachten Gußeisen noch beinahe, wenn nicht vollständig, der nämliche sei, wie im ursprünglichen Gußeisen. Bereits Réaumur, der Entdecker des hämmerbaren Gußeisens, habe gefunden, daß Gußeisen beim Glühen mit den verschiedensten Stoffen von den entgegengesetztesten Eigenschaften hämmerbar werde, nur in der Zeit, welche der Prozeß erforderte, haben sich Differenzen ergeben. Einige der schlechtesten Cementirungsmittel lieferten bei genügend langer Dauer dieselben Resultate, wie einige der besten, z. B. wirkte Kalkstein, der beim Cementiren Kohlensäure entwickelt, ebensogut wie Eisenoxyd, das Sauerstoff abgiebt; ebenso wirkten nach Mallet's Erfahrung reine schmiedeeiserne Feilspäne, die, um das Anhaften aneinander und an die Gußstücke zu verhindern, mit etwas ungelöschtem Kalk vermischt waren. Nach Mallet entspricht daher jedes beliebige poröse Pulver, in welches die Gußstücke so eingebettet werden, daß sie beim Cementiren leidlich gegen Oxydation geschützt sind, dem Zwecke. Diejenigen Pulver, welche am dichtesten sind und die Wärme am besten leiten, eignen sich jedoch besonders gut,

um den Prozeß rasch zu vollenden, weil mit ihnen die Gußstücke am schnellsten vollständig zu der nöthigen Temperatur erhitzt werden. Der Uebergang des Gußeisens in hämmerbares Metall beruhe nicht auf einem chemischen Vorgange, sondern ausschließlich auf einer molekularen Veränderung in Folge der andauernden Hitze bei fast vollständigem Luftabschluß und zwar treffe diese Umsetzung hauptsächlich den im weißen Gußeisen enthaltenen Kohlenstoff. Das weiße Gußeisen enthalte, auch wenn es nach dem Gießen rasch abgekühlt war, stets etwas, wenn auch nur sehr wenig Graphit in Form von mikroskopisch kleinen, durch die ganze Masse vertheilten Krystallchen. Bei der andauernden Erhitzung scheide sich nun noch ein größerer Theil des chemisch gebundenen Kohlenstoffs in Graphitform aus und vergrößere, entsprechend dem bekannten Vorgange der Krystallbildung, die bereits vorhandenen kleinen Krystalle. Diese letztere Behauptung scheint etwas gewagt, da sich bei diesem Prozesse das Gußeisen nicht in flüssigem Zustande befindet und eine derartige Krystallisation oder ein Wachsthum bereits vorhandener Krystalle in einem festen Körper bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist. Mallet bemerkt jedoch, daß ein etwas dickes, in Schalen gegossenes Stück von hartem weißem Eisen, wenn es auch nur 2—3 Stunden lang zur Hellrothgluth erhitzt werde, an der charakteristischen krystallinischen Beschaffenheit des Bruches verliere, etwas dunkler werde und zwar, wie sich mit der Loupe erkennen lasse, in Folge kleiner, fast gleichmäßig vertheilter Graphitkörnchen. Weitere Forschungen, welche kaum ausbleiben werden, müssen ergeben, ob diese Behauptung richtig ist; jedenfalls ist es dann sehr auffallend, daß bei etwas dickeren Stücken, die Umwandlung des Gußeisens in hämmerbares Eisen nur bis zu einer gewissen Tiefe vor sich geht. Wäre, wie Mallet glaubt, die anhaltende Hitze bei Luftabschluß und die dadurch bedingte Ausscheidung des Kohlenstoffs als Graphit das allein Wesentliche des ganzen Prozesses, so ist es nicht einleuchtend, daß die Umwandlung nicht gleichmäßig durch die ganze Masse eines Gußstückes vor sich geht; denn man kann unmöglich annehmen, daß nicht im Innern solcher Stücke dieselbe Temperatur vorhanden ist wie an der Oberfläche.

Die Bestimmung des Schwefelgehaltes im Gußeisen war bisher theils ziemlich unsicher, theils sehr umständ-

lich. Nach Dr. W. Gintl entspricht die nachstehende Methode hierzu allen Anforderungen vollständig. Eine abgewogene, nicht zu geringe Menge des zu prüfenden, mäßig fein vertheilten Roheisens wird in einem geräumigen Glaskolben mit der 20fachen Menge einer mäßig concentrirten, vom Säureüberschusse möglichst befreiten Auflösung von Eisenchlorid übergossen, während 8—10 Stunden bei einer Temperatur von 25—30° C. digerirt und dabei dem Kolben eine geneigte Stellung gegeben. Unter schwacher Gasentwicklung und unter Bildung von Eisenchlorid erfolgt in der angegebenen Zeit die Lösung der Hauptmenge des Eisens und es bleibt eine lockere, schwarze Masse zurück, die neben geringen Mengen von unzersetztem freiem Eisen sämmtlichen Graphitkohlenstoff, Schwefel, Phosphor, sowie fast den gesammten Siliciumgehalt des Roheisens enthält. Diesen Rückstand sammelt man auf einem Filter, süßt ihn möglichst rasch aus, trocknet ihn, trägt ihn sodann sammt dem Filter in einen Porzellantiegel ein, dessen Boden mit einer Schicht eines Gemenges von drei Theilen salpetersaurem Kalium und einem Theil Aetzkali (beide selbstverständlich schwefelsäurefrei) überdeckt ist, legt eine Schicht dieses Gemenges darauf und erhitzt den so beschickten Tiegel anfangs mäßig und erst allmälig stärker, so lange, bis eine möglichst vollständige Oxydation erreicht ist. Die erhaltene Schmelze, welche nunmehr allen Schwefel als schwefelsaures Salz neben gleichzeitig entstandenem phosphorsaurem, kieselsaurem und kohlensaurem Salze und einer Partie von Eisenoxyd enthält, wird geradezu in Wasser gelöst, die Lösung vom Ungelösten filtrirt und aus dem klaren Filtrate nach dem Ansäuern mit Salzsäure mittels Chlorbaryum sämmtliche Schwefelsäure als Barytsalz gefällt und endlich als solches der Wägung unterzogen.

Um Gußeisen zu versilbern empfiehlt Böttger folgendes Verfahren: Man löse in der Siedehitze ein Loth Höllenstein in 16 Loth destillirtem Wasser, setze dazu 2 Loth Cyankalium und verdünne nach erfolgter Lösung das Ganze noch mit 48 Loth Wasser, dem man zuvor 1 Loth Kochsalz zugesetzt hatte. Das zu versilbernde oxydfreie Gußeisen muß unmittelbar vor dem Versilbern mit Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. während einiger Minuten schwach angeätzt werden. Bringt man das so vorbereitete Eisen in obige Versilberungsflüssigkeit,

so läßt es sich in derselben unter Zuhülfenahme von 2 oder 3 mäßig stark erregten Elementen dauerhaft direct versilbern.

Nach H. Reinsch gelingt die Verquecksilberung des Eisens sehr leicht auf folgende Weise: Das Eisen wird zunächst mittels Salzsäure gut gereinigt, hierauf in eine sehr verdünnte, mit etwas Salzsäure vermischte Kupfervitriollösung eingetaucht, wobei es sich mit einer nicht fest anhaftenden Kupferschicht überzieht, von welcher man es durch Bürsten oder durch Reiben mit rauhem Papier und Abwaschen wieder reinigt und dann in eine sehr verdünnte, mit einigen Tropfen Salzsäure vermischte Quecksilbersublimatlösung bringt; in dieser überzieht es sich vollständig mit einer Quecksilberschicht, welche selbst durch Reiben mit rauhen Körpern nicht entfernt werden kann. Das so verquecksilberte Eisen widersteht nach Reinsch dem Rosten sehr vollständig, namentlich wenn es nach dem Amalgamiren mit Salmiakgeist abgespült worden; selbst saure Dämpfe sollen ohne Wirkung darauf sein. Reinsch glaubt daher, daß man hiervon in vielen Fällen Anwendung machen könne, wo es sich darum handle, Eisen vor dem Rosten zu schützen.

## Phosphoreisen.

Die Kenntniß der wirklichen chemischen Verbindungen des Eisens mit dem Phosphor ist insofern auch von praktischem Werthe, als Phosphor ein häufiger Bestandtheil des Roheisens ist und demselben, überhaupt dem Eisen im Allgemeinen bekanntlich unerwünschte Eigenschaften ertheilt. Nach E. Freese, der sich neuerdings mit dem Studium der Verbindungen beschäftigt hat, welche Phosphor und Eisen miteinander einzugehen vermögen, sind diese Verbindungen nicht magnetisch und nicht schmelzbar oder mindestens sehr strengflüssig, indem sie selbst beim heftigsten Glühen in einer Atmosphäre von Kohlensäure ihren pulverförmigen Zustand bewahren; durch einen geringen Gehalt an Kohlenstoffeisen werden sie leichter schmelzbar. Sie werden von kalter Salzsäure nicht angegriffen, dagegen durch Königswasser oder Salpetersäure in der Hitze unter vollständiger Oxydation ihrer Bestandtheile gelöst, ebenso durch heiße concentrirte Schwefelsäure unter Entwicklung von schwefliger Säure und Bildung von Phosphorsäure und Eisenoxydul. Erhitzt man sie mit verdünnter Salzsäure zum Sieden, so gehen, indem sie

sich sehr langsam auflösen, neben dem Eisen 3/8 ihres Phosphorgehaltes als Phosphorsäure in Lösung, während 5/8 als Phosphorwasserstoff entweichen. Im Ganzen scheinen drei bestimmte Verbindungen der beiden Elemente zu existiren, nämlich ein Phosphoreisen = $Fe_3P_4$, ein dunkel bläulichgraues Pulver von 5,04 spec. Gew., welches sich beim Erhitzen in der Luft unter Verlust des vierten Theiles seines Phosphorgehaltes zu phosphorsaurem Eisenoxydoxyd oxydirt, ein Phosphoreisen = FeP, ein hell bläulichgraues Pulver von 5,21 spec. Gew., welches beim Erhitzen in der Luft ohne Phosphorverlust zu phosphorsaurem Eisenoxydoxyd verbrennt; und ein Phosphoreisen = $Fe_2P$, ein hellgraues, krystallinisches Pulver von 5,74 spec. Gew., welches beim Glühen in der Luft lebhaft verbrennt und zu einer bläulichen Masse von phosphorsaurem Eisenoxyd zusammen schmilzt. Wahrscheinlich ist nur diese letzte Verbindung als Verunreinigung im Eisen enthalten.

## Schwefeleisen.

Hinsichtlich des Schwefeleisens sind Untersuchungen angestellt worden, die sich auf die Lösung einiger praktischer Fragen beziehen. Da man gegenwärtig zur Reinigung des Leuchtgases von seinem Schwefelgehalte, statt der bekannten Laming'schen Masse, häufig nur Eisenoxydhydrat anwendet, so erschien es wichtig und nützlich, genau zu constatiren, in welcher Weise sich Eisenoxydhydrat im Schwefelwasserstoffgase verändert. C. Brescius hat hierüber sorgfältige Untersuchungen angestellt, nach welchen sich die schon früher von Berzelius ausgesprochene Ansicht, daß sich Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat in Schwefelwasserstoffgase in anderthalb Schwefeleisen = $Fe_2S_3$ verwandle, als vollkommen richtig herausgestellt hat, während die dagegen in neuerer Zeit wiederholt aufgestellte Behauptung, daß sich das Eisenoxyd mit Schwefelwasserstoff zu einfach Schwefeleisen = FeS und freiem Schwefel zersetze, als eine irrige bezeichnet werden muß. Das Schwefelwasserstoffgas wirkt sehr rasch auf Eisenoxydhydrat und verwandelt dieses in kürzester Zeit unter geringer Erwärmung vollständig in schwarzes Schwefeleisen. Hiernach ist anzunehmen, daß auch der im Leuchtgase als Verunreinigung vorkommende Schwefelwasserstoff rasch vom Eisenoxydhydrat absorbirt wird, so daß also letzterer ein sehr wirksames Reini=

gungsmittel für Leuchtgas ist. Schwächer und weniger vollständig ist die Einwirkung des Schwefelwasserstoffgases auf ausgeglühtes, überhaupt wasserfreies Eisenoxyd. Bei Abschluß jeder Spur von Feuchtigkeit findet sogar gar keine Einwirkung statt.

Die Veränderungen, welche einfach Schwefeleisen in der Luft erleidet, hat A. Wagner studirt. Derselbe kann nun die bisher hierüber herrschenden Meinungen, daß sich das einfach Schwefeleiseisen an der Luft rasch zu schwefelsaurem Eisenoxydul oder zu basisch schwefelsaurem Eisenoxyd oxydire, nicht bestätigen, sondern hat gefunden, daß sich das Schwefeleisen bei gewöhnlicher Temperatur, in Berührung mit Luft, unter Ausscheidung von Schwefel zu Eisenoxyd oxydirt.

## Mangan.

In neuester Zeit kömmt unter dem Namen „Nürnberger Violett", ein feines, violettes Pulver als Mineralfarbe in den Handel. Dieses Nürnberger Violett ist von C. Leykauf in Nürnberg erfunden worden und soll aus wasserhaltigem phosphorsaurem Manganoxyd-Ammoniak bestehen, ist also jedenfalls eine Manganfarbe. Die Angaben über seine Darstellung sind jedoch so unklar und ungenügend, daß wir von der Mittheilung derselben absehen und uns damit begnügen, auf den hierauf bezüglichen kleinen Artikel in der Deutschen Industriezeitung Nr. 38 von 1868 zu verweisen.

## Uran.

Von diesem Metall hat, wie Peligot (der dasselbe zuerst im geschmolzenen Zustande darstellte) mittheilt, Menier auf der Pariser Weltausstellung eine ziemlich bedeutende Quantität ausgestellt, welches von A. Valenciennes auf folgende Weise dargestellt worden ist: Ein Gemenge von 75 Grammen Uranchlorür, 150 Grammen ausgetrocknetem Chlorkalium und 50 Grammen in kleine Stücke zerschnittenem Natrium, wird in einen Schmelztiegel von Bayeux-Porzellan gebracht, in diesem mit einer Schicht von Chlorkalium bedeckt, der so beschickte Porzellantiegel in einen Graphittiegel gesetzt, der Zwischenraum zwischen beiden mit völlig trockenem Holzkohlenpulver ausgefüllt und der Tiegel in einem mit Holzkohlen geheizten Windofen zunächst bis zum Rothglühen erhitzt, wobei das Natrium das

Uranchlorür unter Abscheidung des reinen Urans zersetzt. Dann verstärkt man die Hitze äußerst schnell, um das Uran zu schmelzen, ohne daß sich das Flußmittel verflüchtigt und läßt hierauf erkalten. Hauptsache ist, daß man einerseits jede Einwirkung von feuchter Luft auf das Sorgfältigste vermeidet, indem dieselbe das Uranchlorür zersetzt und in Oxyd, welches durch Natrium nicht reducirbar ist, verwandelt und daß man das Metall während seines Erkaltens vor jeder Berührung mit atmosphärischer Luft schützt. Das Uran ist im geschmolzenen Zustande weiß, etwas streckbar, obgleich beinahe so hart wie Stahl. Mittels der Feile lassen sich Späne davon abtrennen, welche an der Luft mit lebhaftem Glanze verbrennen. Bei gewöhnlicher Temperatur nimmt das Uran an der Luft nach einiger Zeit eine Bronzefarbe, zuweilen die Farbe von blau angelaufenem Stahl an. Es besitzt ein spec. Gew. = 18,33 und dies ist jedenfalls seine merkwürdigste Eigenschaft, indem es übrigens in seinem Verhalten mehr Analogie mit den leichteren Metallen der Erden, als mit den schweren Metallen zeigt.

### Jargonium.

Mit dem Namen Jargonium bezeichnet H. C. Sorby ein neues Element, welches er jedoch bis jetzt nur in Verbindung mit Sauerstoff, als Jargonerde abgeschieden hat. Die Jargonerde begleitet nach Sorby die Zirkonerde in der Natur, findet sich daher in kleinen Mengen in Zirkonen von verschiedenen Lokalitäten und macht den Hauptbestandtheil einiger Jargone von Ceylon aus. Sie unterscheidet sich von der Zirkonerde und allen anderen Elementen durch folgende bemerkenswerthe Eigenschaften. Das natürliche Silicat ist ganz oder fast farblos, giebt aber trotzdem ein Spectrum, welches 14 Absorptionsstreifen zeigt, von denen 13 schmale und vollkommen schwarze Linien sind und in dieser Hinsicht selbst die Streifen der Didymsalze übertreffen. Mit Borax geschmolzen giebt dieses Silicat eine in der Hitze und Kälte klare, farblose Perle, die keine Spur von Absorptionsstreifen im Spectrum zeigt, aber wenn die Boraxperle bei hoher Temperatur gesättigt wird, so daß sie in der Kälte mit Krystallen borsaurer Jargonerde angefüllt ist, so zeigt das Spectrum 4 characteristische Absorptionsstreifen, die von denen aller anderen bekannten Substanzen verschieden sind

Sorby glaubt, daß die Jargonerde in 2 ganz verschiedenen Modificationen existirt, welche verschiedenes spec. Gew. und verschiedene optische Eigenschaften besitzen. Erhitze man nämlich einen blaßgrünen Jargon, welcher nur eine schwache Spur von Absorptionsstreifen zeigt, einige Zeit bei lebhafter Rothglühhitze, so erhöhe sich das spec. Gew. allmälig von 4,20 auf 4,52 und das Spectrum zeige nachher alle die schmalen schwarzen Absorptionsstreifen in großer Vollkommenheit. Auf diese Weise könne man alle Jargone so verändern, daß sie die Streifen so gut wie nur wenige natürlich vorkommende zeigen. D. Forbes hat aus einem orientalischen Jargone 7,64 Proc. einer zart pulverigen, weißen, nicht sehr schweren Erde abgeschieden, welche nach Sorby reine Jargonerde ist.

## Aluminium.

Das metallische Aluminium ist, wie C. Rammelsberg mittheilt, stets unrein, enthält aber zuweilen sehr bedeutende Beimischungen von Silicium, namentlich wenn es aus Kryolith mit Natrium abgeschieden worden. Man hat im käuflichen Aluminium bis 0,7 Proc. Silicium und 4,6 bis 7,5 Proc. Eisen, im Aluminiumdraht 3,7 Proc. Silicium und 1,6 Proc. Eisen gefunden und im Blattaluminium hat Rammelsberg selbst einen Gehalt von 2,94 Proc. Eisen nachweisen können. In Aluminium, welches Rammelsberg aus Kryolith mit Natrium darstellen ließ und dessen spec. Gew. = 2,619 war, fand er bei einem Versuche 10,46 Proc. Silicium, bei einem anderen Versuche jedoch nur 2,55 Proc. — Alle Proben waren auf Schnitt- und Bruchfläche rein silberweiß, ohne Spur von Einmischungen und die letztere war auf der Oberfläche sehr krystallinisch in der Art, die man gestrickt nennt. Rammelsberg vermuthet, daß sich das Silicium im Aluminium ähnlich verhalte, wie der Kohlenstoff im Eisen. Derjenige Theil des Siliciums, welcher chemisch gebunden sei, entweiche beim Auflösen des Aluminiums in Salzsäure als Siliciumwasserstoff, während der als schwarzer Rückstand bleibende größere Theil des Siliciums, dem Graphit im Eisen entspreche.

## Thonerdehaltige Produkte.

**Thonwaaren, welche beim Trocknen oder Brennen nicht schwinden.** Bekanntlich erleiden die verschiedenartigen Thonwaaren beim Trocknen und noch mehr beim Brennen verschiedene Formveränderungen, ziehen sich zusammen, krümmen sich oder bekommen sogar Risse, so daß man sie oft nicht verwenden kann. M. Bessemer macht, um diesen Uebelstand wenigstens größtentheils zu umgehen, auf ein Mittel aufmerksam, welches übrigens bereits hin und wieder in der Praxis in Anwendung gekommen ist und sich in vielen Fällen mit bestem Erfolge anwenden läßt. Der zu verwendende Thon oder Lehm, oder eine Mischung beider, soll nämlich mit fein gemahlenen feuerfesten Steinen (sogenanntem Chamottemehl), Steinzeug oder dem Pulver von Ziegeln, die bereits gebrannt worden sind, aufs beste vermengt und dann gebrannt werden. Das Verhältniß ist je nach der Beschaffenheit des Thons oder Lehms verschieden und kann nur durch Versuche ermittelt werden. Derartige Mischungen ziehen sich selbst beim Brennen nicht zusammen und eignen sich nicht allein zur Fabrikation von feuerfesten Steinen, sondern auch zur Herstellung von Ornamenten, überhaupt zu Gegenständen für architektonische Zwecke. Für letztere Zwecke soll man nach Bessemer den dazu geeigneten Töpferthon mit gebrannten feingemahlenen Bruchstücken aus Kunsttöpfereien und, wenn man will, mit verschiedenfarbigen Erden oder eigentlichen Mineralfarben in besonderen Mischcylindern mit so viel von einer gesättigten Wasserglaslösung verarbeiten, daß die ganze Masse, nachdem sie die vollkommenste Homogenität erreicht hat, die Consistenz eines gewöhnlichen Syrups zeigt. Um die Durcharbeitung der Erden mit dem Wasserglase zu erleichtern, empfiehlt Bessemer, erstere vorher mit etwas Wasser anzufeuchten. Die Masse wird sodann in metallene oder hölzerne Formenpressen gegossen und darin einem so starken Drucke ausgesetzt, daß man die geformten Gegenstände aus der Presse nach einiger Zeit herausnehmen kann, ohne daß sie auseinander gehen. Unmittelbar darauf werden dieselben nun in eine gesättigte Lösung von Chlorcalcium oder einem anderen Salze, dessen Base mit der Kieselsäure des Wasserglases eine unlösliche Verbindung bildet, eingetaucht oder auch eine

kurze Zeit gekocht, worauf man sie aus derselben herausnimmt und an einem trockenen Orte 12—24 Stunden liegen läßt, während dessen das zwischen den Poren der thonigen Masse entstandene schleimartige Kalksilicat erhärtet und so einen Kitt bildet, der die Thonerdetheilchen zu einem Ganzen ungemein fest zusammenhält, so daß ein Brennen derartiger Erzeugnisse nicht nöthig ist. Durch ein kaltes Wasserbad, das man schließlich den fertigen Gegenständen giebt, wird das in demselben durch die chemische Einwirkung der beiden genannten Salze auf einander entstandene Chlornatrium aus ihnen entfernt.

Die Fabrikation sehr harter künstlicher Steine für Trottoirs, Pflaster, Fußböden &c. ist namentlich durch Paul Eckhardt in Großhesselohe bei München zu großer Vollkommenheit gebracht worden. Nach dem Genannten soll der Thon, der zur Erzeugung dieser Steine dient, nur mit Silicaten von Eisenoxyd und Thonerde versetzt werden und zwar für Steine von brauner und schwarzer Farbe mit Bohnerz, für Steine mit hellerer Farbe mit Feldspath. Bei Anwendung eines solchen Zusatzes tritt beim Brennen der Steine der Uebergang vom Sintern zum Schmelzen, welches letztere vermieden werden muß, möglichst langsam ein. Ferner soll man nach Eckhardt den in seinem natürlichen Vorkommen mit humusartigen Stoffen und halb zersetzten Mineralien gemengten Thon zugleich mit dem Wasser, womit er zu einem plastischen Teige geknetet wird, mit etwas frischer Jauche versetzen, welche nach einiger Zeit, während des Ablagerns in der Thonmasse eine Zersetzung oder eine Art von Gährung herbeiführt, in deren Folge der Thon wesentlich plastischer, zarter und dichter wird und daher auch festere und dichtere Steine liefert. Zugleich empfiehlt Eckhardt, die geformten Stücke, nachdem dieselben schon längere Zeit der Luft ausgesetzt worden und einen großen Theil ihres Feuchtigkeitsgehaltes verloren haben, stark zu pressen, damit sich die festen Bestandtheile der Masse einander recht nähern und alle die leeren Zwischenräume oder Poren möglichst verkleinert werden. Endlich muß der Brennofen so construirt sein, daß die Flamme von oben nach unten geht, damit nicht die untersten Steine, welche die Last der darauf gestellten zu tragen haben, zuerst erweichen.

Porzellan, Steingut, überhaupt Thonwaaren,

sowie Glas mit einem glänzenden Platinüberzuge zu versehen, ist zwar schon oft versucht und auch mit Erfolg ausgeführt worden, jedoch ziemlich schwierig. Wir verweisen hierbei auf die im Jahrg. III. dieses Jahrbuchs Seite 102 zur Herstellung von Platinspiegeln gegebene ausführliche Anleitung. R. Böttger hat in neuester Zeit das Verfahren vereinfacht und folgende vorzügliche Vorschrift zur Darstellung eines Verplatinirungspräparates mitgetheilt: Möglichst säurefreies, am besten völlig trockenes Platinchlorid übergieße man in einem kleinen Porzellanmörser mit etwas Rosmarinöl (Oleum anthos), durchknete es mit einem Pistill unter öfterem (circa dreimaligem) Erneuern des Oels so lange, bis endlich aus dem bräunlich rothen Chloride eine pechschwarz aussehende, weiche, pflasterartige Masse geworden, in welcher man keine unzersetzten Chlorplatintheilchen mehr wahrnimmt. Das Rosmarinöl färbt sich hierbei, in Folge einer theilweisen Aufnahme von Chlor aus dem Platinchlorid, bei diesem Durchkneten mehr oder weniger gelb. Ist endlich der Zeitpunkt eingetreten, bei welchem alles Chlorplatin sich in besagte schwarze, pflasterartige Masse verwandelt hat, dann zerreibe man mittels eines Pistills, nach Entfernung des Rosmarinöls, dieselbe mit etwa dem fünffachen Gewichte Lavendelöl so lange, bis sie zu einer dünnflüssigen, vollkommen homogenen Flüssigkeit geworden. Diese überlasse man nun etwa 1/2 Stunde sich selbst; denn erst nach Ablauf dieser Zeit läßt die Masse sich mit Vortheil zum Platiniren verwenden. — Zur Erzeugung eines Platinlüsters ist jetzt nur erforderlich, die Masse mittels eines zarten weichen Pinsels auf die betreffenden Gegenstände von Porzellan, Steingut oder Glas ganz gleichförmig und in möglichst dünner Schicht aufzutragen. Je dünner nämlich dieser Ueberzug, desto glänzender wird nachher die Verplatinirung. Sind die Gegenstände regelrecht und ganz dünn mit der Lüstermasse überzogen, dann hat man nur nöthig, sie einige Minuten lang entweder in einer Muffel oder mit Vorsicht über der Flamme eines Bunsen'schen Leuchtgasgebläses, einer ganz schwachen, kaum sichtbaren Rothglühhitze auszusetzen. Die Gegenstände kommen dabei, ohne irgend einer Nachhilfe zu bedürfen (falls nur die genannte Temperatur nicht überschritten wurde) mit einem unvergleichlich schönen, silberglänzenden Lüster direct aus dem Brande. Ist

der Lüster nicht gelungen oder sonst der Gegenstand in Bruch gekommen, so kann man das Platin leicht auf folgende einfache Weise wieder davon ablösen und wiedergewinnen. Die Gegenstände werden nämlich mit gewöhnlicher Salzsäure übergossen und dann mit einem Zinkstäbchen berührt; sofort löst sich unter lebhafter Wasserstoffgasentwicklung der Platinspiegel in Form von unendlich zarten, zum Theil auf der Oberfläche schwimmenden Blättchen ab, die auf einem Filter gesammelt und mit Wasser ausgesüßt werden. Von der nach dem beschriebenen Verfahren bereiteten Platinirungsflüssigkeit darf man sich jedoch nur so viel anfertigen, als man glaubt in einem Tage zu verbrauchen, indem das Präparat bei längerem Aufbewahren an Güte verliert. Böttger glaubt, daß das eigentlich Wirksame in der bei der obigen Behandlung von Platinchlorid mit Lavendelöl gewonnenen Masse ein dabei sich bildendes organisches Platinsalz sei, welches man sogar in kleinen, länglich oktaëdrischen, schwach gelb gefärbten Krystallen aus einer etwas größeren, mit Alkohol vorsichtig übergossenen Menge des Präparates isoliren könne. Die Krystalle haben die Eigenschaft, sich bei Annäherung einer brennenden Kerze zu entzünden, mit hellleuchtender Flamme zu verbrennen und blendend weißes Platin im compacten Zustande zu hinterlassen. Ganz besonders geeignet ist Böttgers Verfahren zur Darstellung von Hohlspiegeln verschiedener Größe.

Ueber thonerdehaltiges Glas (Kryolithglas) siehe unten.

## Calcium.

Bei der bereits oben (s. S. 254), betreffs ihrer Hauptresultate erwähnten Untersuchung von Tschigianjanz, Fricke und Reimer über die Wirkung des Chlorgases auf Kalk und die Bedingungen der Bildung des Chlorkalks haben sich die Genannten bemüht, völlig reinen Aetzkalk = $CaO$ darzustellen und geben hierüber folgende bemerkenswerthe Mittheilungen: „Bekanntlich ist es keine ganz leichte Sache, den Kalk durch Glühen völlig von Kohlensäure zu befreien, ohne ihn todt zu brennen. Der Kalk, wie er im gewöhnlichen Leben gebraucht wird, ist schwerlich jemals völlig kaustisch. Auch bei sorgfältigstem Ausglühen im Kleinen wollte es nicht gelingen, die Koh-

lensäure vollständig auszutreiben. Der gebrannte Kalk brauste stets merklich mit Säuren auf. Die Umwandlung in reinen kaustischen Kalk gelingt jedoch leicht und mit Sicherheit, wenn man den einmal gebrannten Kalk mit Oel tränkt und ein zweites Mal glüht. Oel ist vor anderen organischen Stoffen geeignet, weil es bequem mit dem Kalk zu mischen, reich an Kohlenstoff ist und keine Asche hinterläßt. Auf diese Weise bei mäßiger Rothgluth im Tiegel und Windofen bei Holzkohle gebrannter Kalk unterscheidet sich von dem gewöhnlichen schon sehr bestimmt durch die Art, wie er sich löscht. Gewöhnlicher Kalk reagirt anfangs gar nicht gegen das Wasser, er liegt eine Zeit lang, auch der fetteste Kalk oft mehrere Minuten eingetaucht, ehe Wärmeentwicklung und Aufquellen beginnt. Läßt man dagegen ein Stück nach obiger Weise gebrannten (reinen) Kalkes ins Wasser fallen, so löscht er sich augenblicklich unter hellem Zischen wie eine glühende Kohle.“ Als kohlensauren Kalk zum Brennen bedienten sich die Genannten theils des durch Fällen einer Chlorcalciumlösung mit kohlensaurem Ammoniak künstlich dargestellten gefällten kohlensauren Kalks, theils eines in verdünnter Salzsäure ohne Rückstand löslichen, nur Spuren von Magnesia enthaltenden weißen Marmors.

### Schwefelsaures Calcium (Gyps, Anhydrit).

Ueber die Darstellung von gefälltem schwefelsaurem Calcium, Pearl hardening, hat G. Lunge beachtenswerthe Mittheilungen gemacht: Zunächst erfahren wir, daß im englischen Handel unter dem Namen Pearl hardening ein Präparat vorkömmt, welches in bedeutenden Mengen von Papierfabrikanten als Zusatz zu Ganzzeug gebraucht wird. Auch in Deutschland ist ein ähnlicher Artikel als Annaline verbreitet. Der hohe Preis, welchen beide Artikel behaupten, scheint zu beweisen, daß sie den Papierfabrikanten zusagen. Diese Präparate sind bekanntlich schwefelsaures Calcium in einem eigenthümlichen Zustande von Krystallisation, mineralogisch identisch mit dem Gyps, aber doch in keiner Weise durch den natürlichen Gyps ersetzbar. Das Pearl hardening wird in England auf folgende Weise als Nebenprodukt gewonnen: Die bei der Sodafabrikation erhaltenen großen Quantitäten von schwacher, zur Chlorentwicklung untauglicher Salzsäure werden zur Bereitung

von Natronbicarbonat benutzt, d. h. zu Entwicklung des Kohlensäuregases aus kohlensaurem Calcium, mit welchem man das einfach kohlensaure Natrium sättigen will, um es in Bicarbonat umzuwandeln. Die beim Auflösen des kohlensauren Calciums in der Salzsäure entstehende chlorcalciumhaltige Flüssigkeit läßt man in den meisten Fabriken fortlaufen, in denjenigen Fabriken dagegen, in welchen das Pearl hardening dargestellt wird, versetzt man sie mit Schwefelsäure, um das genannte Präparat (Gyps) zu fällen. Am besten leitet man die aus den mit den Calciniröfen der Sodafabrik in Verbindung stehenden Condensationsthürmen abfließende verdünnte Salzsäure direct in Cisternen ab, wo sie auf Kalkstein (kohlensaures Calcium) einwirkt und Kohlensäure entbindet. Auf ihrem Wege, noch bevor sie in die Kalksteincisternen gelangt, wird sie noch weiter verdünnt durch das Einfließen der Waschwasser vom Gypse aus der späteren Operation; diese sind zwar mit Kalk und Gyps gesättigt, doch schadet dies hier natürlich nichts. Die Kalksteincisternen sind cylindrisch und im Boden versenkt, nach Art von sehr großen Brunnen. Ihr Mauerwerk ist inwendig mit Asphalt überzogen und von Außen mit einem dicken Lehmschlage umgeben, so daß sie ganz flüssigkeitsdicht erscheinen. Oben sind sie dicht verschlossen, bis auf ein Mannloch, ein Gasrohr zum Entweichen der Kohlensäure und Ein- und Abflußröhren für Flüssigkeiten. Die verdünnte Salzsäure fließt continuirlich unten ein und oben fließt die Chlorcalciumlösung eben so continuirlich ab. Sie enthält noch ein wenig freie Salzsäure und wird deshalb zunächst nach einem Behälter geleitet, wo man sie durch Aetzkalk (Abfall von der Chlorkalkfabrikation) vollständig neutralisirt. Ein kleiner Ueberschuß von Kalk ist unschädlich. Die Flüssigkeit wird, trüb wie sie ist, durch eine eiserne Druckpumpe nach einem hochgelegenen Behälter gepreßt und dort der Abklärung durch Ruhe überlassen. Die klare Lauge von Chlorcalcium wird dann in ein großes, viereckiges, mit Gutta-Percha ausgekleidetes Holzgefäß abgelassen und auf 15° Twaddle (= 1,075 spec. Gew.) gebracht. Ihr Volumen wird genau gemessen und dann eine vollkommen äquivalente Menge von Schwefelsäure aus einem Maßgefäße hereinlaufen gelassen. Die Stärke dieser Säure nimmt man nicht höher als 46° Tw. = 1,230 spec. Gew. Der Gyps scheidet sich sofort aus und

man läßt nach gutem Umrühren die ganze Mischung durch ein am Boden des Gefäßes angebrachtes Zapfenloch in die direct darunter stehenden Filter ablaufen. Die Filter sind längliche viereckige Holzkästen, mit Gutta-Percha ausgefüttert und haben einen von beiden Seiten nach der Mitte zu sich absenkenden Boden. In gewissen Zwischenräumen liegen darauf dreieckige Stücke Holz, deren Oberseite bis an den senkrechten Theil des Kastens reicht; sie dienen als Träger für der Länge des Kastens nach liegende Latten von Zolldicke, die durch Gutta-Perchastreifen von 1/4 Zoll Dicke in gleichmäßiger Entfernung von einander gehalten werden. So entsteht also ein Rost mit Stäben von 1 Zoll Breite und 1/4 Zoll Oeffnung. Auf diesen Rost wird ein Baumwolltuch flach ausgebreitet und an den Kanten herum durch starke Holzleisten niedergedrückt. Die Stärke der Gutta-Percha, mit der sowohl diese als die anderen vorkommenden Gefäße ausgekleidet sind, beträgt etwa 1/4 Zoll. Diese Filter arbeiten sehr gut, verstopfen sich nicht leicht und lassen nur selten eine Reinigung nothwendig werden. Die Flüssigkeit läuft aus ihnen in dickem Strahle durch ein Rohr von Gutta-Percha ab und in 2 Stunden sind sie hinreichend trocken. Man wäscht dann den Niederschlag mit klarem, filtrirtem Kalkwasser 3 Stunden lang aus. Dabei benutzt man eine einfache Vorrichtung, um es über den Niederschlag zu vertheilen, rührt diesen aber nicht auf, sondern läßt es einfach durchlaufen. Nach dem Auswaschen wird der Kuchen von Gyps ausgestochen und in Preßsäcke von Linnenzeug gepackt. Den Preßsäcken wird durch 4 Zoll hohe Reifen von Gutta-Percha Stabilität gegeben und sie werden mit diesen in die Pressen eingesetzt. Die aufrecht stehenden Preßcylinder haben ein Futter von Messing, welches der Länge nach cannelirt ist, des besseren Ablaufens der Flüssigkeit wegen. Das Pressen geschieht durch vermittels Menschenkraft bewegte Schrauben. Wenn der Kuchen aus der Presse kömmt, enthält er noch 40 Proc. Wasser und fühlt sich noch feucht an; er wird aber nicht weiter getrocknet, sondern kömmt ohne weiteres in den Handel, nachdem er in parallelepipedische Stücke zerschnitten worden ist.

Um das Erhärten des Gypsbreies zu verzögern, hat Puscher in Nürnberg ein sehr einfaches Mittel empfohlen, welches darin besteht, daß man man dem gebrannten

gepulverten Gypse 2—4 Procent fein gepulverte Eibischwurzel zufügt und die innige Mischung mit 40 Proc. Wasser zum Teige knetet. In Folge des großen Schleimgehaltes der Eibischwurzel (circa 50 Proc.) erhält man eine dem fetten Thone gleichende Masse, die erst nach einer Stunde zu erhärten beginnt und nach dem Trocknen so zähe ist, daß sie sich feilen, schneiden, bohren und drehen läßt, daher außer zum Gypsformen und zu Kitten noch vielseitige Verwendungen, z. B. zu Domino- und Schachsteinen, zu Würfeln, Brochen, Dosen u. s. w. zuläßt. Ein Gemenge von Gyps mit 8 Proc. gepulverter Eibischwurzel verzögert das Hartwerden noch längere Zeit und erhöht die Zähigkeit der Masse. Sie läßt sich mit der Nudelwalze auf Glasflächen zu großen und dünnen Platten auswalzen, die beim Trocknen niemals springen, sich leicht vom Glase ablösen und schon durchs Reiben Politur annehmen, und kann mit Erd- und anderen Farben gefärbt und nachher durch Tränken mit Leinölfirniß, durch Poliren oder Lackiren wasserdicht gemacht werden. Welche Vortheile daraus der Schlosser erzielt, der der Masse, um sie noch härter zu machen, Eisenfeile zusetzt, der Spiegelrahmenfabrikant, der niemals ein Springen seiner Fabrikate zu gewärtigen hat, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Aber auch dem Chemiker und Fabrikanten wird diese billige Mischung zum Lutiren von Gefäßen aller Art vortreffliche Dienste leisten. Je nach der Feinheit und Reinheit des Gypses bedarf derselbe einige Procente Wasser mehr oder weniger, weshalb ein ganz genaues bestimmtes Verhältniß von demselben nicht angegeben werden kann.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir nicht unerwähnt lassen, daß man sich schon längst verschiedener Mittel bedient hat, um das Erhärten von mit Wasser zum Brei angerührten gebranntem Gyps zu verzögern. So z. B. eignet sich eine gesättigte Boraxlösung hierzu. Ein Gemenge von 1 Vol. gesättigter Boraxlösung und 12 Vol. Wasser verzögert das Erstarren um 15 Minuten; ein Gemenge von 1 Vol. der gesättigten Lösung und 1 Vol. Wasser verzögert das Erstarren des damit angemachten Gypsbreies um 10—12 Stunden. Aehnlich wirkt auch eine Alaunlösung.

Im Jahrg. III. dieses Jahrb., S. 405, theilten wir eine interessante von Hoppe-Seyler entdeckte Bildungsweise

des Anhydrits mit. Nach H. Struve erhält man ebenfalls Anhydrit auf natürlichem Wege, wenn man gebrannten Gyps in concentrirter Schwefelsäure auflöst und die Lösung eindampft, bis alle freie Schwefelsäure verdunstet ist. Der Anhydrit ist bekanntlich wie der gebrannte Gyps wasserfreies schwefelsaures Calcium; während jedoch der gebrannte Gyps die Fähigkeit besitzt, in Berührung mit Wasser das letztere chemisch zu binden und in wasserhaltiges schwefelsaures Calcium (Gyps) überzugehen, vermag der Anhydrit nicht, sich unter Aufnahme von Wasser in Gyps zu verwandeln.

## Cement.

In einer längeren Abhandlung über die hydraulischen Cemente hat E. Fremy seine Ansichten über die Entstehung und Ursachen der Erhärtung derselben niedergelegt. Dieser wichtige Gegenstand hat bekanntlich auch in Deutschland seit Jahren viele ausgezeichnete Chemiker und Techniker beschäftigt und im Jahrg. III. dieses Jahrb., S. 406 f. f. nahmen wir Gelegenheit, einen Auszug einer hierauf bezüglichen sehr gründlichen Arbeit[1] von W. Michaëlis zu geben. Die Resultate, zu denen Fremy gelangte, gehören für uns in Deutschland in der Hauptsache in das Gebiet eines überwundenen Standpunktes und beweisen, daß Fremy bei seinen Arbeiten die deutschen Forschungen ganz unbeachtet gelassen hat. Man ist von Seiten der französischen Chemiker an dergleichen gewöhnt, jedoch zu sehr bestrebt, der Wissenschaft durch Mittheilung aller Forschungen ohne Rücksicht auf die Nationalität förderlich zu sein, um Gleiches mit Gleichen zu vergelten. Auch wir wollen daher die Hauptresultate, zu denen Fremy gelangt ist, unseren Lesern nicht vorenthalten:

Nach Fremy ist jeder hydraulische Cement ein Gemenge von Puzzolane mit Kalk. Sein Erhärten wird durch die Einwirkung des Kalkhydrates auf die in ihm enthaltene Puzzolane, nicht aber durch die Hydratisirung der beim Brennen des Rohmaterials entstandenen Silicate bedingt. Jeder Thon geht nach Fremy beim Glühen in Puzzolane über; es ist dies eine Eigenschaft der wasserhaltigen kieselsauren Thonerde, auf welche

[1] Seitdem als selbständiges Werk veröffentlicht u. d. T.: Die hydraul. Mörtel, insbesondere der Portland-Cement in chemisch-technischer Beziehung. Mit 62 Abbild. Leipzig 1869.

fremde Körper, wie z. B. der Kalk, ganz ohne Einfluß sind. Diese Umwandlung wird jedoch stark beeinflußt von den Bedingungen, unter welchen die Calcination stattfindet. Ein einfaches Austrocknen genügt dazu nicht, erst wenn er auf 700° C., also zur beginnenden Rothgluth erhitzt ist, wird er vollständig wasserfrei und verwandelt sich zu Puzzolane. Erhitzt man länger und auf höhere Temperatur, so verliert die Masse nicht die Eigenschaften der Puzzolane, nur machen sich diese langsamer bemerkbar. Daß der Thon im ungeglühten Zustande nicht die Fähigkeit besitzt, sich mit Kalk zu verbinden, jedoch durch Glühen zu Puzzolane wird, d. h. diese Fähigkeit erlangt, erklärt Fremy dadurch, daß einerseits der Thon beim Glühen zu einer sehr porösen Masse wird, welche den Kalk absorbiren kann, so daß dann die Wirkungen der Capillaraffinität stattfinden können, auf welche Chevreul das Erhärten der hydraulischen Cemente zurückgeführt hat. Andererseits läßt sich aber leicht nachweisen, daß beim Glühen des Thons eine bestimmte Menge von Kieselsäure und Thonerde von einander getrennt und frei werden. Man braucht nur den zum Rothglühen erhitzten Thon mit Mineralsäuren zu behandeln, so kann man eine beträchtliche Menge von Thonerde ausziehen, was vor dem Glühen nicht möglich ist. Da es nun, sagt Fremy, durch directe Versuche nachgewiesen ist, daß Kieselsäure und Thonerde nebeneinander sich wie Puzzolane verhalten, so ist die Umwandlung des Thons in Puzzolane leicht verständlich.

A. Schulatschenko bemerkt hierzu, daß Fremy in einer im Jahre 1865 veröffentlichten Abhandlung über diesen Gegenstand die Ansicht aufgestellt habe, das Erhärten des Cements beruhe nicht auf einer Bindung von Wasser durch Silicate, sondern in der Bindung von Wasser durch Kalkaluminat und gleichzeitig in der Verbindung von Kalkhydrat mit Silicaten. In seiner letzten Abhandlung dagegen widerrufe Fremy diese seine früher ausgesprochene Ansicht und erkläre (wie auch aus Obigem hervorgeht) das Erhärten des Cements einzig durch die Wirkung des Kalkhydrates auf die Puzzolane (den geglühten Thon). Im Wesentlichen sei diese Ansicht bereits im Jahre 1829 von J. N. Fuchs ausgesprochen worden. Die Untersuchungen von Winkler, Feichtinger, Held, Michaëlis u. A. beweisen zur Genüge, daß durch die Wirkung des

Kalks auf die Puzzolane sich das Erhärten des Cements allein nicht erklären läßt.

L. Gätschenberger macht auf einen dolomitischen Mergel aufmerksam, der sich unweit von Heidelberg findet und dort zur Cementfabrikation benutzt wird. Dieser Cement enthalte außer 22,14 Proc. Kieselsäure 44,22 Proc. Kalk und 17,77 Proc. Magnesia nebst unwesentlichen Beimischungen anderer Stoffe und zeichne sich durch sein rasches und vorzügliches Erhärten aus.

## Natrium und Kalium.

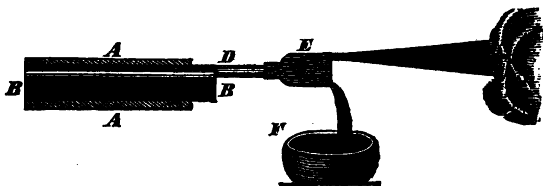
### Natrium.

Seit das metallische Natrium eine bedeutendere technische Verwendung, z. B. zur fabrikmäßigen Darstellung von Magnesium und Aluminium, zur Herstellung von Natriumamalgam für die Goldextraction, von absolut reinem Aetznatron für chemische Laboratorien (s. unten) gefunden hat, wird es selbst in größerem Maßstabe fabricirt. Dieser Fabrikation hat sich besonders England bemächtigt, wo z. B. allein die Magnesium Metal Company zu Manchester wöchentlich 4—5 Centner Natrium liefert und zu dem Engrospreise von 5 Schilling per Pfund Avoirdupois auf den Markt bringt. In den Werkstätten der genannten Compagnie bedient man sich folgenden Verfahrens:

Röhrenförmige schmiedeeiserne Retorten von 3 Fuß 6 Zoll Länge und 5 Zoll Durchmesser werden mit der entsprechenden Mischung gefüllt, in passende Oefen eingeschoben, in welchen sich Mäntel von Graphit für Aufnahme und zum Schutze der Retorte befinden und an beiden Enden mit schmiedeeisernen Stöpseln verschlossen, die mit feuerfestem Thon gedichtet werden. Der eine dieser Stöpsel nimmt das Rohr auf, welches die Retorte mit dem Condensator oder der Vorlage verbindet. Jede Retorte faßt etwa 30 Pfund von dem aus Steinkohle, Koks, Kreide und kohlensaurem Natrium bestehenden Gemenge, welches das Natrium liefert. Zuerst wird das kohlensaure Natrium bei hoher Temperatur scharf ausgetrocknet, dann werden alle vier Substanzen, jede für sich, zum feinsten Pulver gemahlen, hierauf zusammengemengt und nochmals miteinander gemahlen, indem der Erfolg der Operation hauptsächlich von einer recht innigen Mengung der Rohsubstanzen bedingt wird. Beim Er-

hitzen entwickelt das Gemenge Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff, welche aus der Retorte strömen und als Vorboten des Erscheinens der Natriumdämpfe gute Dienste leisten. Beistehende Abbildung Fig. 43 zeigt die Haupttheile des Apparates. AA ist der mitten im Feuer liegende Graphitmantel, BB ist das in angegebener Weise an beiden Enden verschlossene Retortenrohr, D das Gas- und Dampfableitungsrohr, E die Vorlage oder der Condensator. Dieser letztere besitzt die Form eines Buches, ist also breit und flach und hat bei 9 Zoll Länge 5 Zoll Breite und 1 Zoll Dicke. An dem vom Ofen abgewendeten Ende ist die Vorlage mit zwei übereinander angebrachten, schlitzförmigen,

Fig. 43.




1 Zoll hohen und 3/8 Zoll breiten, also die volle lichte Weite des Gefäßes einnehmenden Oeffnungen versehen. Der Hals der Retorte und derjenige der Vorlage sind genau abgedreht, so daß sie mit dem Ableitungsrohre ohne Lutirung luftdicht zusammenpassen. Ist der Apparat im Gange, so schießt ein mehrere Fuß langer Strom brennenden Gases aus dem oberen Schlitze der Vorlage hervor; der Natriumdampf condensirt sich zum Theil schon, sobald er die Retorte verläßt und das Metall fließt im geschmolzenen Zustande aus dem unteren Schlitze der Vorlage heraus und fällt tropfenweise in das Gefäß E, welches mit einem möglichst schwer entzündlichen, sauerstofffreiem Oele gefüllt ist. Schließlich wird das übergegangene Natrium unter Oel über einem gelinden Feuer zusammengeschmolzen und zu rechteckigen Blöcken oder anderen Formen vergossen, worauf es fertige Handelswaare ist. Die ganze Operation dauert 6—8 Stunden und während dieser Zeit müssen die Retorten in intensiver Weißglühhitze erhalten werden. Die Oefen enthalten gewöhnlich 4 Retorten; jeder Oefen wird durch einen Mann

und drei Jungen bedient; die letzteren haben hauptsächlich dafür zu sorgen, daß die Condensatoren oder Vorlagen sich nicht verstopfen, indem sie dieselben mittels rothglühender, durch die Schlitze eingeführter Eisenstäbe reinigen. Aber dessenungeachtet müssen die Vorlagen fortwährend ausgewechselt werden, indem manche schon nach 20 Minuten vollständig verstopft sind. Ist dieser Fall eingetreten, so wird der betreffende Condensator vom Apparate weggenommen und in Wasser getaucht; dann wird er durch Abschrauben der beiden Seitenplatten auseinander genommen, gereinigt und zum ferneren Gebrauche wieder zusammengesetzt.

H. Fleck hat das Natrium als Material zu Zündrequisiten empfohlen. Bekanntlich zersetzt das Natrium das Wasser mit großer Heftigkeit, entwickelt aus demselben Wasserstoffgas, ohne jedoch letzteres, wie dies bei der Zersetzung des Wassers durch Kalium der Fall ist, zu entzünden. Eine Entzündung tritt nur dann ein, wenn so wenig Wasser vorhanden ist, daß das Natrium auf demselben nicht schwimmen kann, oder wenn das Wasser mit Gummi so verdickt ist, daß das Natriumstückchen auf ihm sich frei zu bewegen nicht im Stande ist. Nach H. Fleck nimmt das Natrium in Folge seiner Weichheit und Leichtschmelzbarkeit einen hohen Grad feiner Vertheilung beim Verweilen mit härteren Pulvermassen an und hierbei an Entzündlichkeit so bedeutend zu, daß explosive Zündgemische, welchen dieses Metall beigemischt wird, mit Wasser befeuchtet, sich schnell und mit ihrer vollen Wirksamkeit entzünden. H. Fleck hat besonders zwei verschiedene Zündmischungen dargestellt, von welchen die eine, die er mit A bezeichnet aus 8½ Thln. (73,91 Proc.) Salpeter, 2 Thln. (17,39 Proc.) Natrium und 1 Thl. (8,70 Proc.) Kohlenpulver besteht, also dem Schießpulver ähnlich ist, nur mit dem Unterschiede, daß der Schwefel durch Natrium ersetzt worden. Die zweite Zündmischung B ist eine Mischung von 66 Thln. (61,39 Proc.) Salpeter, 5 Thln. (4,65 Proc.) Natrium und 36½ Thln. (33,96 Proc.) Schwefelantimon. Die Mischung A ist ein graues Pulver, welches sich, mit einem feuchten Glasstabe berührt, wie Schießpulver entzündet, abbrennt und seine Entzündung auch auf andere explosive Gemische überträgt, dagegen Schwefelhölzer oder mit Oel getränkte Lampendochte nicht zu entzünden vermag. Die Mischung B besitzt letztere Eigenschaft und entspricht überhaupt

allen Anforderungen, die man an eine gute Zündmasse stellen kann. Um jedoch diese Zündmassen praktisch anwendbar zu machen, ist es vor Allem nöthig, das in denselben enthaltene Natrium vor der Oxydation zu schützen und der Masse selbst eine genügende Plasticität bei unveränderter Wirksamkeit zu ertheilen, was aber mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft ist, da das Natrium durch die geringste Spur von Feuchtigkeit zerstört wird. H. Fleck deutet jedoch die Mittel an, um den genannten Zweck zu erreichen. Um nämlich das Natrium fein zu zertheilen und zugleich vor der Luft und Feuchtigkeit zu schützen bedient er sich des bereits von R. Wagner (vgl. Jahrg. III. dieses Jahrb., S. 416) hierzu empfohlenen Paraffins in folgender Weise. In einem gut verschließbaren Glaskolben wird eine beliebige Menge von reinem Paraffin auf dem Dampf- oder Sandbade geschmolzen, dann schüttet man eine genügende Menge Natriumstücke in das Gefäß und erwärmt den offenen Kolben bis das Metall unter dem Paraffin geschmolzen ist. Sobald sich das Natrium zu großen, flüssigen Halbkugeln zusammengeballt hat, entfernt man den Kolben, verkorkt ihn gut und schüttelt ihn 5—10 Minuten lang gleichmäßig und heftig, damit sich das Metall in erstarrter Form als ein feinkörniges, silberglänzendes Pulver im Paraffin abscheidet. Um den Inhalt des Kolbens auszufüllen, dreht man den Kolben mit dem Halse nach unten, sodaß sich das Natriumpulver in dem Halse absetzen kann, öffnet dann den Kork, wobei das Natriumpulver von dem darüberstehenden noch flüssigen Paraffin herausgedrückt wird und sammelt das Ausfließende in einem untergestellten Gefäße auf. Bei jedesmaligem Gebrauche des Natriumpulvers wird das Paraffin, in welchem es lagert, geschmolzen und das Metall durch einen Löffel, unter Abgießen des Paraffins, daraus entfernt. Dem vom Paraffin möglichst befreiten Metallpulver hängen noch 30—35 Gewichtsprocente des ersteren an. Dieses anhaftende, alle Natriumpartikelchen überziehende Paraffin beeinträchtigt die Entzündbarkeit des Paraffins in der Zündmasse in keiner Weise und vermag doch das Natrium genügend zu schützen und zu conserviren, nur muß man beim Abwägen auf diesen Paraffingehalt Rücksicht nehmen und z. B. bei der Zündmasse B nicht 5 Thle., sondern 6,6 Thle. von solchem Natrium abwägen.

Ferner müssen alle anderen Stoffe gut ausgetrocknet werden. Am besten ist es, dieselben dann mit Petroleum zu verreiben, um hierdurch die anhängenden Lufttheilchen von der Oberfläche der Substanzen zu verdrängen. Um also die Zündmassen herzustellen, verfährt man folgendermaßen. Zunächst wird der scharf getrocknete Salpeter in einem Metallmörser mit Petroleum befeuchtet und diesem das abgewogene Natrium zugesetzt. Gleichzeitig wird die abgewogene Kohle für die Zündmasse A oder das abgewogene Schwefelantimon für die Zündmasse B in einem Steinmörser mit Petroleum verrieben, so daß es sich schwach zusammenballt. Währenddem erfolgt die innige Mischung des Natriums im Metallmörser mit dem Salpeter durch starkes anhaltendes Reiben, bis das Gemisch endlich eine röthlichgraue Farbe angenommen hat und in demselben mit bloßen Augen keine Metallkörnchen wahrgenommen werden können. Ein zeitweiliger tropfenweiser Petroleumzusatz erscheint vortheilhaft bei dieser Arbeit. Ist dieselbe beendigt, so giebt man das mit Petroleum verriebene Kohlenpulver oder Schwefelantimon zu, mischt gut durcheinander und bringt das Gemisch in gut verschließbare Gefäße (Gläser mit Korkstöpseln). Bei diesen Manipulationen muß jede wäßrige Feuchtigkeit auf das sorgfältigste von der Zündmasse fern gehalten werden. Schon das Berühren der Mischung mit den Fingern ist der Masse nachtheilig, so daß hierbei die Benutzung von Handschuhen passend erscheint. So besitzen die Zündmischungen den höchsten Grad von Entzündlichkeit durch befeuchtete Körper oder Wassertropfen und übertragen dieselbe auf andere gut ausgetrocknete Zündgemische, sowie die Zündmasse B auf Kerzen, Lampen und Schwefelhölzer. Sie sind jedoch pulverförmig und daher nicht ohne weiteres zur Zündrequisitenfabrikation zu verwerthen. Zu diesem Behufe muß man sie in eine rasch trocknende Teigform überführen. Diese Bedingung glaubt H. Fleck am besten dadurch erfüllbar, daß man die pulverförmige Zündmasse mit aufgequelltem Kautschuk zum gewünschten Teige anmacht. Man soll Speckgummi bei 110° C. zwölf Stunden lang austrocknen, in einem weithalsigen Gefäße mit der 6—8fachen Gewichtsmenge Petroleumäther übergießen, das Gefäß gut verkorken und 24 Stunden lang stehen lassen. Nach dieser Zeit ist der Kautschuk so weich und sehnig geworden, daß er sich mit Leichtigkeit den Zündmassen

zumischen läßt, um diesen eine Teigform zu verleihen, in welcher sie, ohne an Entzündlichkeit einzubüßen, das Aufstreichen auf Papierflächen, Holz u. s. w. vertragen. Mit dieser Masse hat nun H. Fleck verschiedene Versuche zur Darstellung von Feuerzeugen angestellt, welche jedoch mehr nur als praktische Winke für Fabrikanten zu betrachten sind, d. h. noch nicht als endgültige, sofort allgemein in die Praxis einzuführende Resultate bezeichnet werden können. Jedenfalls sind noch mancherlei praktische Schwierigkeiten zu überwinden, bevor diese neue Art von Zündrequisiten wirklich zur Geltung gebracht und den Phosphorstreichhölzchen Concurrenz machen können; die Möglichkeit der Einführung der Natrium-Zündmassen scheint jedoch von Fleck genügend erwiesen zu sein; diese Massen stehen an Entzündlichkeit der Phosphormasse der Streichhölzchen nicht nach und unterscheiden sich von letzterer, die sich durch Reibung entzündet, nur dadurch, daß sie sich durch Feuchtigkeit entzünden, dagegen gewähren sie den großen Vortheil, daß sie nicht giftig sind.

H. Fleck hat z. B. eine Art von Zündpillen angefertigt, deren Kern aus einer Mischung von ausgeglühter Schlemmkreide mit Kautschukteig (nach oben beschriebenem Verfahren erweichtem Kautschuk) besteht; um diesen Kern ist eine durch Eintauchen in ein mit Kautschukteig angemachtes Gemisch von 3 Thln. chlorsaurem Kalium und 1 Thl. Goldschwefel hergestellte leicht entzündbare Schicht gelagert und auf diese das Pulver der Mischung B aufgestäubt. Solche Pillen entzünden sich sofort, sowie man sie mit einem feuchten Gegenstande in Berührung bringt, z. B. auf mit Wasser benetzten Asbest fallen läßt. — Auch hat Fleck eine Art von Amorces angefer-fertigt, die, durch eine feuchte Nadel angestochen, sich an dieser entzünden und abbrennen. Zu diesem Behufe werden Papierblättchen gut ausgetrocknet, mit dem Gemisch von chlorsaurem Kalium und Goldschwefel mit Kautschukteig überstrichen, sodann einige Körnchen von mit Kautschukteig angemachter Zündmasse B auf die Blättchen gelegt und je zwei solcher Blättchen mit der belegten Fläche aufeinander gedrückt und in einem schwach erwärmten Raume sich selbst überlassen. Diese Amorces entzünden sich, wie schon erwähnt, mittels einer feuchten Nadel, deren Spitze ein Oehr trägt, in welchem die Feuchtigkeit hängen

bleibt, sehr sicher und bieten große Vortheile im Gebrauche, nur muß man darauf achten, daß die Nadel immer nur in ein solches Präparat gesteckt wird und nicht die anderen mit entzündet werden. — Endlich hat H. Fleck versuchsweise Zündpräparate angefertigt, welche nach Art der Vorrichtungen in den Knallbonbons ausgeführt waren. Von zwei Streifen festem Papier belegte er das Ende des einen mit etwas Teig der Zündmasse, das Ende des anderen mit einigen Körnern von nassem Sand und klebte beide Streifen so aufeinander, das der feuchte Sand des einen Papierstreifens einen Viertelzoll hinter die Zündmasse zu liegen kam. Zieht man beide Streifen auseinander, so streicht der feuchte Sand über die Zündmasse und bedingt deren Entzündung. Die Conservirung der letzteren erfolgt durch Kautschukteig, mit welchem die Papierstreifen oberhalb getränkt sind. Auch diese einfachen Feuerzeuge wirken nach Fleck sehr gut und sicher und sind völlig gefahrlos im Transport und während der Aufbewahrung. Ihre Haltbarkeit und dauernde Brauchbarkeit ist abhängig von der vollständigen Isolirung des feuchten Sandes und der naheliegenden Zündmasse. Auch für Sprengarbeiten anstatt des electrischen Funkens zur Entzündung der Sprengpapatronen dürften diese Natriumzündmassen mit der Zeit vortheiltheilhafte Verwendung finden.

### Aetznatron = HNaƟ (früher HO,NaO).

In neuester Zeit hat man angefangen, das metallische Natrium, welches, wie wir gesehen haben (s. oben S. 341) gegenwärtig im Großen bereitet und zu verhältnißmäßig niedrigem Preise in den Handel gebracht wird, zur Darstellung von chemisch reinem Aetznatron zu benutzen. Ein solches Präparat ist für den Chemiker von hohem Werthe, da es frei ist von Kieselsäure, Kalkerde und fremden Salzen, mit denen das bisher für Analysen benutzte Aetznatron gewöhnlich mehr oder weniger verunreinigt war. Zur Bereitung des Aetznatrons aus Natrium verfährt man folgendermaßen. In ein tiefes, ungefähr 40 Pfd. Wasser fassendes, halbkugelförmiges Silbergefäß wird ein Tropfen destillirtes Wasser gebracht; dann wird ein Block von reinem Natrium zu quadratischen Stücken von etwa 1 ½ Zoll zerschnitten und eines von denselben auf den Wassertropfen gelegt; hierauf wird das Gefäß, welches mit einem Strome von kaltem

Wasser in Berührung stehen muß, mit der Hand so gedreht und geschüttelt, daß es dem zerfließenden Natrium eine möglichst große kalte Oberfläche darbietet und jede Explosion auf diese Weise verhindert wird. Zu dem jetzt in eine milchige Flüssigkeit verwandelten Metallstücke werden unter fortwährendem Bewegen der Silberschale neue Stücken von Natrium und neue Wassertropfen zugefügt, bis in dieser Weise mehrere Pfunde des Metalls verbraucht sind, worauf ein dicker, von nur wenigen Tropfen einer milchigen Flüssigkeit bedeckter Rückstand in dem Gefäße verbleibt. Dieser wird auf einem Gasofen zur Verjagung des überflüssigen Wassers zum Rothglühen erhitzt und das hierbei geschmolzene Natronhydrat dann in Formen gegossen.

R. Böttger macht auf ein neues, sehr empfindliches Reagens auf Alkalien, namentlich Ammoniak aufmerksam, welches viel empfindlicher ist als die übrigen Reagenspapiere. Böttger bereitet nämlich aus dem Extracte der Alkannawurzel, welches unter dem Namen „Alkannin“ von Heinrich Hirzel in Leipzig in den Handel gebracht wird, zunächst eine Auflösung in absolutem Alkohol und imprägnirt mit der prachtvoll roth gefärbten (nicht allzu concentrirten) Flüssigkeit, Streifen von schwedischem Filtrirpapier, die nach dem Trocknen in wohlverkorkten Gläsern aufzubewahren sind. Beim Gebrauche benetzt man einen solchen Papierstreifen allemal zuvor schwach mit destillirtem Wasser. Die geringste Spur freien Ammoniaks bläuet den roth gefärbten Papierstreifen. Um z. B. Ammoniak im gewöhnlichen Leuchtgase oder im Tabak- oder im Cigarrenrauche nachzuweisen, bedarf es der Einwirkung dieser Stoffe auf besagte Papierstreifen für nur wenige Augenblicke. Selbstverständlich lassen sich mit dieser alkoholischen Alkanninlösung imprägnirte und dann mit einer sehr verdünnten Lösung von kohlensaurem Natrium behandelte, blau gefärbte Papierstreifen auch zur Nachweisung der geringsten Spuren von freien Säuren mit Vortheil verwenden. Die Papiere lassen sich in verschlossenen Gefäßen unbegrenzt lange aufbewahren, so daß also das Alkannin als Reagens der allgemeinsten Verbreitung werth ist.

## Sodafabrikation.

Es vergeht selten ein Jahr, wo nicht neue Vorschläge auftauchen, welche bezwecken, statt der allgemein üblichen Leblanc'-

schen Methode der Sodafabrikation (s. Jahrg. I. dieses Jahrb. S. 311) ein anderes Verfahren zu empfehlen. Die großartige Entwicklung der Sodafabrikation liefert jedoch den Beweis, daß daß Leblanc'sche Verfahren neben einigen Schattenseiten große Vorzüge besitzen muß und ebenso spricht dafür der Umstand, daß bis jetzt nicht eine von den vielen neuen Methoden einige Beachtung oder praktische Ausführung gefunden hat. Von neu empfohlenen Methoden wollen wir hier zunächst kurz diejenige von A. Ungerer mittheilen. Kocht man nach Ungerer concentrirte wäßrige Lösungen von äquivalenten Mengen von schwefelsaurem Ammoniak und Chlornatrium einige Zeit, so zersetzen sich die Salze gegenseitig, es scheidet sich ziemlich wasserfreies schwefelsaures Natrium ab, welches ausgeschöpft werden kann, und beim Erkalten krystallisirt Salmiak heraus. Löse man dann das schwefelsaure Natrium in Wasser und zersetze solches mit caustischem Strontian, so erhalte man eine sehr reine Aetznatronlösung, welche sich von schwefelsaurem Strontium leicht trennen lasse. Den erhaltenen Salmiak könne man mittels kohlensaurem Calcium in kohlensaures Ammoniak verwandeln, wobei zugleich Chlorcalcium entstehe, welches mancherlei Anwendung besitze; und mit dem erhaltenen kohlensauren Ammoniak könne man durch Digestion in der Wärme das erst ausgefällte schwefelsaure Strontium wieder in kohlensaures Strontium überführen und dabei zugleich schwefelsaures Ammoniak gewinnen. Das kohlensaure Strontium werde mit Kohle gemischt und unter Durchleitung von Wasserdampf im Flammofen geglüht, bis es seine Kohlensäure abgegeben habe, was leicht geschehe. Somit erhalte man immer wieder schwefelsaures Ammoniak und Aetzstrontian und habe, abgesehen von den Fabrikationsverlusten an Strontium &c. nur Kochsalz und Kalk nöthig. Das Aetznatron aber könne man durch Carbonisiren leicht in Soda überführen. Diese Methode repräsentirt einen recht hübschen Laboratoriumsversuch; wenn dagegen der Erfinder derselben ernstlich an deren Einführung im Großen glaubt, so werden seine Erwartungen kaum in Erfüllung gehen.

Ueber die vor sehr langer Zeit von Stromeyer empfohlene Methode der Sodabereitung aus schwefelsaurem Natrium und Eisenoxyd hat Waldeck in dem Laboratorium für technische Chemie in Braunschweig einige Versuche

angestellt, deren Resultate ihn zu der Ansicht führten, daß das Verfahren, Soda aus schwefelsaurem Natrium fabrikmäßig durch Schmelzen mit Eisenoxyd und Kohle zu erzeugen, so große Vortheile in Aussicht stelle, daß die praktische Ausführbarkeit in hohem Grade wünschenswerth erscheine. Es werde nämlich hierbei kein unbrauchbarer Rückstand erhalten, indem das rückständige Schwefeleisen sich bequem und gut verwerthen lasse. Der Schwefel des Schwefeleisens diene zur Schwefelsäurefabrikation und das Eisenoxyd, was beim Verbrennen des Schwefeleisens zurückbleibt, diene immer wieder zu neuen Operationen; die Laugen enthalten kein Schwefelnatrium. Zu seinen Versuchen bediente sich Waldeck der ursprünglichen Stromeyer'schen Vorschrift, indem er ein Gemenge von 105 Gewichtsthln. (= 3 Atomen) schwefelsaurem Natrium, 40 Gewichtsthln. (= 1 Atom) Eisenoxyd und 24 Gewichtsthln. (= 8 Atomen) Kohle bei Abschluß der Luft zusammenschmolz, was leicht erfolgt, indem die Mischung schon bei guter Rothgluth in Fluß kömmt. Anfangs ist die Masse dick und teigig, bläht sich in Folge der starken, lange andauernden Gasentwicklung auf, sinkt endlich zusammen und wird zuletzt so dünnflüssig, daß man sie auf eine kalte Eisenplatte ausgießen kann, wo sie sofort erstarrt. Die fertige Schmelze ist fast schwarz, mit einem Stich in's Braungrüne und einem schwachen metallischen Schein an der Oberfläche. An der Luft verwandelt sie sich in eine mattschwarze kienrußartige Masse, in einem Strome von feuchter Kohlensäure erhitzt sie sich, bläht sich stark auf, erhält Kantenrisse, zerfällt und geht unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas wie an der Luft in eine mattschwarze Masse, die aber nun aufgeschlossen ist, über. Mit viel Wasser in einem Siebe behandelt giebt die Schmelze, unter Hinterlassung eines geringen schwarzen Rückstandes von circa 3 Proc., eine schwarzgrüne leicht filtrirbare Lösung, die durch Einleiten von Kohlensäure unter Abscheidung eines geringen schwarzen Niederschlages völlig wasserklar wird und Soda enthält. Diesem Verhalten nach könnte es, wie Waldeck glaubt, kaum eine einfachere Fabrikation der Soda geben, als Herstellung einer solchen Schmelze, Lösung derselben in kochendem Wasser, Fällen mit Kohlensäure, Verdampfen der klaren Lösung zu Soda, während der schwarze Niederschlag, der noch Natrium, neben Eisen und Schwefel, enthält, seinen Schwe-

fel in den Schwefelsäure-Röstöfen abgebend, wieder zu neuer Schmelze verwendet würde. Vom Standpunkte der Theorie aus sind allerdings gegen diese Methode keine Einwendungen zu erheben; allein in der Praxis zeigen sich Schwierigkeiten, die unüberwindlich erscheinen und wohl die Ursache sind, daß dieses längst bekannte, an sich überraschend einfache Verfahren keine praktische Anwendung gefunden hat. Waldeck selbst macht darauf aufmerksam, daß beim Schmelzprozeß alle Arten von Gefäßen in erschreckender Weise angegriffen werden, namentlich Eisen- und Thongefäße und daß die Ausbeute an kohlensaurem Natrium (Soda) bedeutend geringer ist, als dieselbe der Theorie nach sein könnte, namentlich dann, wenn während des Schmelzens die Luft nicht vollständig abgehalten worden. Die Waldeck'schen Versuche werden daher kaum geeignet sein, diesem Verfahren unter den Sodafabrikanten Freunde zu erwerben.

Von weit größerem praktischem Werthe sind die Bemühungen, die verschiedenen beim Leblanc'schen Verfahren der Sodafabrikation entstehenden Nebenprodukte zu verwerthen oder wenigstens die in denselben enthaltenen werthvolleren Bestandtheile, namentlich den Schwefel aus den Rückständen der Sodafabrikation abzuscheiden. Eine hierauf bezügliche Mittheilung findet sich bereits im Jahrg. IV. dieses Jahrbuches S. 275 und giebt eine kurze Notiz über ein von L. Mond empfohlenes Verfahren, auf welches wir unten nochmals zurückkommen werden, nachdem wir vorerst einige Analysen der sogenannten Sodarückstände mitgetheilt haben. Als Sodarückstände bezeichnet man bekanntlich den beim Auslaugen der Rohsoda mit Wasser zurück bleibenden unlöslichen Theil, eine graugefärbte Masse, welche auf einer warmen Chamotteplatte rasch abtrocknet und sich dann zu einem sehr lockeren, außerordentlich leicht beweglichen Pulver von hellgrauer Farbe zerreiben läßt. In dem so getrockneten Zustande besitzen diese Rückstände nach E. Richters in Waldenburg folgende Zusammensetzung, wobei Rückstände von verschiedenen Schmelzen, a, b, c, untersucht wurden; sie bestehen in 100 Theilen aus:

| | a | b | c |
|---|---|---|---|
| Einfach Schwefelcalcium | 37,62 | 38,04 | 39,10 |
| Einfach Schwefeleisen | 1,88 | 1,75 | 2,01 |
| Unterschwefligsaurem Calcium | 2,69 | 3,02 | 2,35 |
| Schwefligsaurem Calcium | 0,74 | 0,31 | 0,63 |
| Kohlensaurem Calcium | 23,18 | 22,24 | 24,02 |
| Schwefligsaurem Calcium | 1,68 | 1,01 | 1,38 |
| Kalk | 6,49 | 7,00 | 7,25 |
| Thonerde | 2,11 | 2,02 | 2,00 |
| Magnesia | 0,64 | 0,54 | 0,70 |
| Natron | 2,52 | 2,10 | 1,89 |
| Kieselsäure (gebundener) | 4,24 | 4,03 | 4,62 |
| Wasser | 2,32 | 3,29 | 1,51 |
| Sand | 7,74 | 6,82 | 7,21 |
| Kohle (unverbrannter) | 5,41 | 6,00 | 6,39 |

Nach Ludwig Mond enthalten die feuchten Sodarückstände, wie sie in den Fabriken entstehen, nicht über 12 Procent Schwefel, von welchem man ungefähr die Hälfte wiederzugewinnen im Stande ist. Die von L. Mond hierzu empfohlene Methode, die wir bereits an oben citirter Stelle im vorjährigen Jahrbuche kurz erwähnten, hat, wie auch Professor Frankland bestätigt, in England große Anerkennung gefunden und ist in mehreren großen Etablissements eingeführt, wo sie in großartigstem Maßstabe zur Anwendung kömmt. L. Mond beschreibt sein Verfahren neuerdings folgendermaßen:

Das erste Produkt der Sodafabrikation nach Leblanc, die Rohsoda (black ash), werde jetzt fast allgemein in einem Apparate mit Wasser ausgelaugt, welcher zu diesem Zwecke zuerst in Großbritannien angewendet worden und aus einer Reihe von quadratischen, aus Eisenblech angefertigten Kästen bestehe, die in sehr einfacher und sinnreicher Weise durch Röhren und Hähne so miteinander in Verbindung stehen, daß das Wasser zunächst in einen, mit beinahe schon erschöpfter Rohsoda beschickten Behälter tritt und aus diesem allmälig in andere mit reicherer Rohsoda beschickte Kästen fließt, bis es in dem letzten Kasten mit ganz frischer Rohsoda zusammen kommt und sich in eine concentrirte Lauge verwandelt, bevor es den Apparat verläßt. Der unlösliche Rohsodarückstand bleibt, seines ganzen

Alkaligehaltes beraubt, in den Behältern zurück und ist, da er während der ganzen Dauer des Auslaugens von der Flüssigkeit durchdrungen war, natürlich sehr porös. Diese Behälter sind stets mit einem durchlöcherten falschen Boden versehen und wie Mond angiebt, steht für die Anwendung seines Verfahrens der zwischen den beiden Böden eines jeden Kastens befindliche Raum durch ein (zur Regulirung der dem Behälter zuzuführenden Luftmenge mit einem Register versehenes) Rohr mit einem Ventilatorgebläse in Verbindung. Eine Pressung der Luft von mehr als 6 Zoll Wassersäule sei niemals nothwendig, gewöhnlich genüge ein halber Zoll Wasserdruck, welcher mittels eines gewöhnlichen Schmiedeventilators leicht erzeugt werden könne. Sobald die letzte schwache Lauge von den Rückständen abgelaufen, werde das erwähnte Register geöffnet und Luft durch die Rückstände gepreßt. Diese beginnen sich zu erhitzen und ihre Temperatur steige bald auf ungefähr 94° C.; es entwickele sich aus ihnen Wasserdampf und ihre Oberfläche bedecke sich mit glänzend gelben Flecken. Durch diese Flecken, die Temperatur der Rückstände und die Menge der aus ihnen aufsteigenden Wasserdämpfe vermöge der geübte Arbeiter sehr wohl zu erkennen, wenn der gehörige Oxydationsgrad eingetreten ist, was gewöhnlich nach 12 bis 16stündigem Blasen der Fall sei. Sodann decke man die oxydirten Rückstände zu, lauge sie vollständig mit Wasser aus, ziehe die gebildete Lauge von dem ungelöst Gebliebenen ab, blase wieder Luft durch letzteres, wie vorher, lauge abermals aus, wiederhole dies Verfahren zum dritten Male und leite die bei dieser Behandlung erhaltenen schwächeren Laugen durch einen oder mehrere mit oxydirten Rückständen gefüllte Auslaugekästen, um sie zu concentriren. Der ganze Oxydirungs- und Auslaugeprozeß sei ungeachtet seiner dreimaligen Wiederholung binnen 60—72 Stunden vollendet und erfordere an Auslaugekästen nur 1½ mal so viel als das gewöhnliche Auslaugen der Rohsoda. In den meisten Fabriken benutze man 4 solcher mit einander verbundener Kästen, in diesen Fällen müsse man daher 10 Stück im Ganzen aufstellen, die auf die gewöhnliche Weise durch Röhren und Hähne mit einander verbunden und mit dem Ventilator in Verbindung gesetzt werden. Vier von diesen zehn Reservoirs seien bei jedem Auslaugen mit Rohsoda und die übrigen sechs mit den zu behandelnden Rückständen zu beschicken.

Sobald die letzteren ausgelaugt worden, schaffe man sie aus den Behältern und fülle die entleerten Gefäße wieder mit frischer, in der gewöhnlichen Weise auszulaugender Rohsoda, so daß beide Operationen, das Auslaugen der Rohsoda und die Extraction des Schwefels aus den Rückständen, ohne Unterbrechung vor sich gehen.

Die ausgeschafften Rückstände seien von allem wieder gewinnbaren Schwefel befreit und enthalten nur noch geringe Mengen von Schwefelverbindungen, die von anderen Bestandtheilen so umhüllt sind, daß die Luft auf sie nicht einwirken, also eine gesundheitsschädliche Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas oder eine Bildung der bekannten, ebenfalls so nachtheilig wirkenden gelben Flüssigkeit (s. unten) in den Rückstandshaufen nicht stattfinden kann. Fast der ganze in denselben zurückgebliebene Schwefel sei als schwefligsaures und schwefelsaures Calcium vorhanden, die beide ganz unschädlich sind; außerdem seien in den so ausgelaugten Rückständen noch enthalten: Kalkhydrat, kohlensaures Calcium, etwas Natron, Thonerde und lösliche Kieselsäure; dieselben bilden somit für manche Bodenarten ein werthvolles Düngemittel.

Die auf die beschriebene Weise aus den Rückständen erhaltene Lauge, die sogenannte gelbe Flüssigkeit oder Schwefellauge (eau jaune, sulphur liquor) reagire alkalisch, sei dunkelgelb gefärbt und enthalte 4—7 Proc. Schwefel, hauptsächlich als unterschwefligsaures Calcium, mehrfach Schwefelcalcium (Calciumpolysulfuret) und Calciumsulfhydrat (vgl. auch unten). Gewöhnlich regulire man die Oxydation der Rückstände so, daß man Laugen erhält, welche so genau als möglich soviel Sauerstoff in der Form von unterschwefliger Säure enthalten, als erforderlich sei, um sowohl das Calcium als den Wasserstoff im Polysulfuret und Sulfhydrat zu oxydiren. Man zapfe die gelbe Schwefellauge in hölzerne Gefäße ab und versetze sie mit einer äquivalenten Menge von Salzsäure. Gleichzeitig werde Dampf eingeführt, so daß die Temperatur des Gemisches auf 60—65° C. erhalten bleibt. Die Menge der zuzusetzenden Salzsäure könne der Arbeiter nach der Färbung des Gemisches in verschiedenen Theilen des Gefäßes leicht beurtheilen und folglich reguliren. Schwarz an der Eintrittsstelle der Salzsäure, verändere sich die Färbung in Grünweiß

und dann in ein helles Gelb an der Stelle, wo die Lauge mit der Säure zusammentreffe. Bei der angegebenen Temperatur entbinde sich weder eine merkliche Menge von Schwefelwasserstoff noch von schwefliger Säure, indem beinahe der ganze in der Lauge enthaltene Schwefel in sehr reinem Zustande ausgefällt werde. Ist das Gefäß mit Flüssigkeit gefüllt, so lasse man es einige Stunden ruhig stehen; der Schwefel setzt sich sehr rasch auf dem Boden ab und die über ihm stehende klare Flüssigkeit, welche jetzt hauptsächlich Chlorcalcium und meist nur ein Tausendstel freie Säure oder unterschwefligsaures Calcium enthält, werde nun abgezogen. Hierauf beschicke man das Gefäß zum zweiten, gewöhnlich auch zum dritten Male mit frischer Lauge und Säure und krüke endlich den in ihm angehäuften Schwefel durch eine am unteren Ende angebrachte Thüre in einen mit Siebboden versehenen Holzkasten aus. In diesem wasche man das Produkt gut mit Wasser und schmelze es dann nach dem Trocknen in einem eisernen (?) Tiegel zusammen. Der so abgeschiedene Schwefel enthalte kaum 1 Procent fremde Beimischungen, sei daher reiner und besser als alle in England eingeführte Schwefelsorten. Sollte sich beim Niederschlagen des Schwefels aus der gelben Flüssigkeit eine Gasentwicklung einstellen, so soll man etwas von einer zu diesem Behufe vorräthig zu haltenden und an unterschwefligsaurem Calcium und Calciumpolysulfuret reichen Schwefellauge zusetzen. Auch soll man die Gefäße, in denen das Ausfällen des Schwefels aus der gelben Flüssigkeit vorgenommen wird, stets lose bedecken und mit einer Esse in Verbindung setzen, so daß alle zufälliger Weise frei werdenden Gase ohne Gefährdung des Arbeiters abziehen können, oder man soll, was noch besser sei, die Gefäße mit dem die Luft durch die Rückstände hindurchtreibenden Ventilator in Verbindung setzen, so daß die sich entwickelnden Gase, vom Ventilator angesaugt, bei ihrem Durchgange durch die Sodarückstände absorbirt werden und daher der Schwefelgehalt derselben nicht verloren geht.

An Orten, wo die Salzsäure einen verhältnißmäßig hohen Werth hat, oder wo Soda gleichzeitig mit Chlorkalk fabricirt wird, könne man die in den Chlorgas-Entwicklungs-Apparaten zurückbleibende saure Manganlösung zur Abscheidung des Schwefels aus der Schwefellauge benutzen, ein schon im Jahre 1860 von Townsend und Walker vorgeschlagenes Verfahren,

welches jetzt in Dieuze in großem Maßstabe praktisch durchgeführt wird (s. unten). Die Rückstände der Chlorgasbereitung bestehen nach P. Hofmann in Dieuze aus 22,00 Proc. Manganchlorür, 5,50 Proc. Eisenchlorid, 1,06 Proc. Chlorbaryum, 0,09 Proc. freiem Chlor, 6,80 Proc. Chlorwasserstoff und 64,55 Proc. Wasser. Bei ihrer Benutzung zum Fällen des Schwefels aus der Schwefellauge sei der ausgeschiedene Schwefel dunkel gefärbt und enthalte bis 5 Proc. fremde Beimengungen.

L. Mond behauptet, wie schon erwähnt, daß man mittels seines in Obigem beschriebenen Verfahrens die volle Hälfte des in den Sodarückständen enthaltenen Schwefels wiedergewinnen könne und hofft, daß es ihm gelingen werde, diese Ausbeute noch zu vermehren. Ein bedeutender Vorzug der Mond'schen Methode beruht in den verhältnißmäßig geringen Anlage- und Fabrikationskosten. Eine Einrichtung zur Extraction von 10 Tonnen Schwefel per Woche läßt sich für 800 Pfd. Sterl. beschaffen und die Tonne Schwefel kann für 1 Pfd. Sterl. gewonnen werden. In Folge seiner großen Reinheit wird dieser Schwefel nicht etwa als Ersatz für die Kiese bei der Sodafabrikation, sondern für Zwecke verwendet, zu denen bisher sicilianischer Schwefel benutzt wurde, der einen weit höheren Werth hat, als der Schwefel in Kiesen und der durchschnittlich über 6 Pfd. Sterl. per Tonne kostet. Wie außerordentlich wichtig die Wiedergewinnung des Schwefels aus den Sodarückständen ist, geht aus Folgendem hervor: Großbritannien consumirt von 200000 Tonnen Schwefel, welche jährlich aus Silicien ausgeführt werden, ungefähr 50000 Tonnen und bezahlt dafür an Italien die jährliche Summe von wenigstens 300000 Pfd. Sterl. — Es verarbeitet ungefähr 400000 Tonnen Kochsalz im Jahr auf Soda, wobei ein solches Quantum von Sodarückständen gewonnen wird, daß, wenn man aus denselben den Schwefel abscheiden würde, man pro Jahr 40000 Tonnen Schwefel daraus gewinnen und in Folge dessen von Italien fast unabhängig sei würde.

Außer Mond hat auch Dr. P. W. Hofmann, Director der Soda- und Chlorkalk-Fabrik in Dieuze ein Verfahren eingeführt, um unter gleichzeitiger Anwendung der Chlorgasbereitungsrückstände den Schwefel aus den Sodarückständen mög-

lichst vollständig abzuscheiden. Dieses Verfahren, welches sich im Großen ebenfalls bewährt hat und sehr empfohlen wird, besteht in Folgendem:

Zunächst werden die Sodarückstände in dem Zustande, in welchem sie aus den Apparaten zum Auslaugen der Rohsoda kommen, auf dem Boden ausgebreitet und mit Manganchlorürlösung benetzt, das heißt mit der Flüssigkeit, welche in den Gefäßen zurückbleibt, in denen man aus Braunstein und Salzsäure das zur Chlorkalkfabrikation nöthige Chlorgas entwickelt (über die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit siehe oben S. 356). Auf 100 Kilogr. der Rückstände nimmt man zum Benetzen 7—8 Liter der Manganlösung, die man jedoch vor der Anwendung mit etwas Kalk oder ganz alten, durch langes Liegen an der Luft vollständig oxydirten Sodarückständen neutralisirt, indem sich sonst Schwefelwasserstoff aus den Rückständen entwickeln würde, wodurch nicht allein ein Verlust an Schwefel, sondern auch eine Vergiftung der Luft bedingt würde. Nachdem man die frischen Sodarückstände mit der neutralisirten Manganlösung innig gemischt hat, schichtet man die Masse auf Haufen von 1½ bis 2 Meter Höhe und sticht nach Verlauf von 3 Tagen den Haufen um, was man von Zeit zu Zeit wiederholt, indem man die Masse nochmals oberflächlich mit neutralisirter Manganlösung begießt. Durch das Umstechen wird der Luftzutritt befördert, es werden neue Schichten mit der Luft in Wechselwirkung gebracht und die Reaction, die in einer theilweisen Oxydation und Abscheidung von Schwefel besteht und bald beginnt, steigert sich unter gleichzeitiger Temperaturerhöhung in 8—10 Tagen in solchem Grade, daß der ausgeschiedene Schwefel zum Schmelzen kömmt. Hat die Masse diesen Hitzegrad erreicht, so ist sie zum Auslaugen am geeignetsten; ein längeres Liegenlassen des Haufens würde die Entzündung des Schwefels und Verluste desselben zur Folge haben. — Die in der beschriebenen Weise oxydirten Rückstände werden nun mit Wasser oder mit schwachen Flüssigkeiten früherer Auslaugungen in ähnlich construirten Apparaten, wie man sie zum Auslaugen der Rohsoda benutzt, ausgelaugt und daher die schon oben (s. S. 354) erwähnte „gelbe Flüssigkeit“ von schön orangegelber Farbe und 14—16° Baumé Concentration erhalten. Diese enthält 6,516 Proc. Schwefel, 2,468 Proc. Calcium und 0,172 Proc. Chlor. Die

bis auf 0°B. erschöpften Rückstände werden nochmals ausgelaugt. Nach dem Ablaufen der Flüssigkeit, welches auf dem durchlöcherten Boden in den Behältern rasch von Statten geht, werden diese geleert und der in ihnen zurückgebliebene erdige Rückstand über die Halde gestürzt. Dieser Rückstand enthält 66,248 Proc. schwefelsaures Calcium, 20,982 Proc. Kalk, 7,000 Proc. Eisenoxyd und Thonerde, 1,500 Proc. Manganoxydoxydul, 1,320 Proc. kohlensaures Calcium und 2,800 Proc. ungelöste Substanzen; er entwickelt beim Liegen an der Luft kein Schwefelwasserstoffgas mehr, giebt auch an Regenwasser keine schädlichen Stoffe mehr ab und kann daher unbedenklich an jedem beliebigen Orte aufgesammelt oder bei geeignetem Boden mit Vortheil als Verbesserungsmittel des Bodens benutzt werden. Um nun aus der gewonnenen gelben Flüssigkeit zunächst einen Theil des Schwefels abzuscheiden, wird sie mit saurer Manganchlorürlösung (von der Chlorgasbereitung) in folgender Weise in Berührung gebracht. Zunächst wird die Manganchlorürlösung mit Hülfe einer Rohrleitung aus der Chlorkalkfabrik in große, aus Sandsteinplatten construirte Bassins geleitet, deren Fugen mit Asphalt sorgfältig verdichtet sind, so daß sie von der Säure nicht angegriffen werden können. Diese ersten Bassins sind dazu bestimmt, daß sich in ihnen die mechanisch mitgerissenen fremden Substanzen absetzen. Nachdem sich die Chlormanganlösung vollständig geklärt hat, wird sie mit Hülfe von Hebern in ein zweites, gleichfalls aus Steinplatten zusammengesetztes, sogenanntes Neutralisirungs-Bassin abgelassen, welches größer als die Bassins der ersten Reihe ist und tiefer steht. Gleichzeitig läßt man die gelben Laugen, welche in einem unter den Auslaugekufen befindlichen Reservoir gesammelt wurden, in dieses zweite Bassin treten. In Folge der Vermischung beider Flüssigkeiten scheidet sich eine reichliche Menge von Schwefel aus, welchem gewöhnlich eine von dem angewandten Manganerze herrührende kleine Quantität von schwefelsaurem Baryum beigemengt ist. Der Schwefel wird mit Schaufeln aus dem Bassin herausgeholt, auf Tropfbühnen geworfen, getrocknet oder unter Druck in einem Dampfgenerator geschmolzen und schließlich zur Schwefelsäurefabrikation verwendet. Auf diese Weise erhält man von einem Kubikmeter gelber Lauge circa 56,8 Kilogr. Schwefel. Die Beendigung der Operation läßt sich leicht

an der Farbe des Niederschlages erkennen, indem sich in dem letzten Moment eine geringe Menge von schwarzgefärbtem Schwefeleisen abscheidet. Sowie diese Erscheinung eintritt, läßt man keine gelbe Lauge mehr zufließen. Zuweilen entwickelt sich bei diesem Fällen des Schwefels etwas, aber nie sehr viel Schwefelwasserstoffgas, zu dessen Auffangung Hofmann eine besondere sinnreiche Vorrichtung construirt hat. Damit daß man auf die beschriebene Weise durch Neutralisiren der alkalischen gelben Flüssigkeit oder Schwefellauge mit saurer Chlormanganlösung einen Theil des Schwefels abgeschieden hat, ist jedoch die von Hofmann empfohlene Reihe von Manipulationen zur Verwerthung der Soda- sowie der Chlorbereitungs-Rückstände noch keineswegs geschlossen. Die im Neutralisirungsbassin zurückgebliebene Flüssigkeit, aus welcher der abgeschiedene Schwefel herausgefischt worden, enthält noch fast alles Mangansalz nebst Eisensalz aus dem Chlorbereitungsrückstand. Man arbeitet nun darauf hin, zuerst das vorhandene Eisen als Schwefeleisen für sich allein zu fällen und dann erst das Mangan als Schwefelmangan niederzuschlagen. Zu diesem Behufe wird die Flüssigkeit mittels einer Pumpe in ein in den Boden gegrabenes Bassin übergefüllt, dessen Sohle und Wände mit einer dicken Schicht von festgeschlagenem Thon bekleidet sind und gleichzeitig pumpt man auch so viel frische Schwefellauge zu, als nach einem vorher angestellten Versuche nöthig ist, um das Eisen in Schwefeleisen überzuführen und zu fällen, oder bis sich anstatt des zuerst entstehenden schwarzen Niederschlages von Schwefeleisen anfängt ein gelblicher von Schwefelmangan auszuscheiden. Dies beruht auf der Thatsache, daß, wenn man in einer Flüssigkeit Eisen und Mangan gemeinschaftlich hat, durch Zusatz einer alkalischen Schwefellauge erst alles vorhandene Eisen als Schwefeleisen gefällt und erst nach vollständiger Fällung des Eisens das vorhandene Mangan niedergeschlagen wird. Sobald sich also, nachdem man wiederholt umgerührt hat, anstatt des schwarzen Eisenniederschlages ein gelblicher zu bilden anfängt, so läßt man keine gelbe Lauge mehr zufließen, wartet bis der Niederschlag zu Boden gefallen ist, läßt die darüber stehende klare Flüssigkeit durch Oeffnen eines Schützen in ein tiefer liegendes Bassin ablaufen, schöpft den Bodensatz in einen Behälter, dessen Sohle aus hochkantig gestellten, nicht durch Mörtel mit einander verbundenen

Ziegelsteinen gebildet ist, um davon das Wasser bequem abfließen lassen zu können und trocknet endlich den Niederschlag, der aus einem Gemenge von Schwefeleisen mit ungefähr 45 Proc. Schwefel besteht. Die von dem gefällten Schwefeleisen in ein tiefer liegendes Bassin abgelaufene manganhaltige Flüssigkeit versetzt man nun endlich noch mit so viel Schwefellauge, bis alles Mangan dadurch als Schwefelmangan gefällt ist, bis überhaupt kein Niederschlag mehr entsteht und sammelt den Niederschlag in gleicher Weise wie den Eisenniederschlag; er besteht aus einer Mischung von Schwefelmangan mit 56 bis 57 Proc. Schwefel. Die von diesem Niederschlage getrennte Flüssigkeit läßt man, nachdem sie sich vollständig geklärt hat, wegfließen, da sie nur noch Chlorcalcium und eine geringe Menge von unterschwefligsaurem Calcium enthält. Mit diesem Stadium des Verfahrens ist der erste Theil der Aufgabe, nämlich die Umwandlung der Rückstände in eine unschädliche Masse gelöst; denn man hat einerseits (nach dem Auslaugen der oxydirten Sodarückstände) ein indifferentes aus schwefelsaurem und kohlensaurem Calcium ꝛc. bestehendes Gemenge fester Substanzen, andererseits die obige chlorcalciumhaltige Flüssigkeit erhalten, welche, wenn sie in Bäche oder Flüsse abläuft und sich mit dem Wasser derselben mengt, weder auf die Fischzucht noch auf den Garten- oder Landbau, ebensowenig auf die Verwendung des Wassers zu mechanischen und allen anderen Zwecken, wozu dasselbe beim Vorüberfließen an bewohnten Orten dient, einen nachtheiligen Einfluß ausüben kann. Der zweite Theil der Aufgabe besteht darin, die verschiedenen Niederschläge möglichst nutzbar zu machen. Der oben erwähnte schwefelhaltige Schwefeleisen-Niederschlag wird ganz einfach in einem Kies-Röstofen abgeröstet und die entweichende schweflige Säure zur Schwefelsäurefabrikation benutzt; die dabei bleibenden Rückstände werden als werthlos zu den übrigen Abgängen der Fabrik geworfen. Auch der schwefelhaltige Schwefelmangan-Niederschlag wird abgeröstet, um die hierbei frei werdende schweflige Säure zu verwerthen. Als Röstrückstand bleibt ein Gemenge von 44,50 Proc. schwefelsaurem Manganoxydul, 18,92 Proc. Mangansuperoxyd und 36,60 Proc. Manganoxydul. Dieser Rückstand wird gesammelt und in einem Bottich mit reinem Wasser gut ausgewaschen, welches das schwefelsaure Mangan

aufnimmt, dagegen ein Gemenge von 34,06 Proc. Manganoxydul ungelöst zurückläßt, welches, da es eisenfrei ist, an die Glashütten verkauft werden kann, wo es zur Entfärbung des Glassatzes dient. Die erhaltene Auflösung von schwefelsaurem Manganoxydul wird concentrirt, mit einer äquivalenten Menge von Natronsalpeter vermischt und in gewöhnlichen Schwefelöfen erhitzt. Dabei bildet sich Glaubersalz (schwefelsaures Natrium) und salpetersaures Mangan, welches sich beim Rösten zersetzt zu Untersalpetersäure und Mangansuperoxyd. Die Dämpfe der Untersalpetersäure läßt man in die Bleikammern eintreten; aus dem Rückstande dagegen laugt man mit Wasser das Glaubersalz aus, dampft die Lösung zur Trockne ein und calcinirt den Rückstand. Der ungelöste Mangansuperoxydrückstand dagegen kann wieder mit großem Vortheil zur Chlorgasbereitung mit benutzt werden. Man könnte auch anstatt, wie oben erwähnt, die chlorcalciumhaltige Flüssigkeit fortfließen zu lassen, dieselbe mit der Glaubersalzlösung versetzen und dadurch das künstliche schwefelsaure Calcium oder Annaline zur Papierfabrikation von vorzüglicher Beschaffenheit darstellen.

Mittelst dieser Methode, welche seit circa 3 Jahren in der Sodafabrik zu Dieuze mit Vortheil ausgeführt wird, kann eine Fabrik, die täglich 20000 Liter Manganchlorürlösung (Rückstand der Chlorgasbereitung) und 30000 Kilogr. Sodarückstände liefert, 1400 Kilogr. reinen Schwefel, 2200 Kilogr. Schwefel in Form von Schwefelmetallen, 770 Kilogr. Mangansuperoxyd von 60 Proc., 20 Kilogramme unterschwefligsaures Calcium und 600 Kilogr. künstliches schwefelsaures Calcium (Annaline) erzeugen. — Die Angaben von Hofmann sind von E. Richters in der Hauptsache bestätigt worden.

Außer Mond und Hofmann hat sich seit längerer Zeit auch Max Schaffner in Außig (Böhmen) mit bestem Erfolge mit der Abscheidung des Schwefels aus den Sodarückständen beschäftigt und sein Verfahren zuerst in der großen Sodafabrik in Außig und später in verschiedenen Fabriken des Zollvereins praktisch ausgeführt. Es zerfällt in drei Hauptoperationen, nämlich: 1. in die Darstellung der schwefelhaltigen Laugen, 2. in die Zersetzung der erhaltenen Laugen und 3. in die Darstellung von chemisch reinem Schwefel. Zur Darstellung der schwefelhaltigen Laugen läßt Schaffner die So=

darrückstände auf Haufen aufgeworfen einige Wochen der Luft ausgesetzt, wobei sie sich theilweise oxydiren und sich Polysulfurete sowie unterschwefligsaures Calcium bilden; die oxydirte Masse wird auf die übliche Weise mit Wasser ausgelaugt, nach dem Auslaugen nochmals der Oxydation unterworfen, wieder ausgelaugt und die verschiedenen Laugen miteinander vermischt. Diese Operation ist langwierig und wird sich mit Vortheil durch das oben (s. S. 353) beschriebene, sehr rasch und leicht zu demselben Ziele führende schnelle Oxydiren mittels Einblasen von Luft in die Sodarückstände ersetzen lassen. Die zweite Operation, die Zersetzung der schwefelhaltigen Laugen, ist dagegen sehr einfach und rationell. Schaffner bedient sich hierzu eines besonderen Apparates, der aus je zwei zusammenarbeitenden verschlossenen gußeisernen großen Gefäßen A und B besteht. Jedes dieser Gefäße ist mit einem Eingußtrichter für die zuzugießende Salzsäure versehen, sowie mit einem Zuflußrohre zum Einfüllen der schwefelhaltigen Laugen und einem Ablaßhahne. Ferner geht vom Deckel des Gefäßes A ein durch einen Hahn verschließbares Rohr in das Gefäß B bis fast auf den Boden desselben und umgekehrt vom Deckel des Gefäßes B ein ebensolches Rohr bis fast auf den Boden von A. Außerdem ist dafür gesorgt, daß man Dampf zuleiten, Proben ablassen kann und daß sich etwa entwickelnde Gase entweichen können. Man füllt die beiden Gefäße A und B mit der zu zersetzenden Schwefellauge und gießt zunächst nur in das eine der Gefäße, z. B. in A, die zur Zersetzung nöthige Menge von Salzsäure. Durch die Salzsäure wird das vorhandene unterschwefligsaure Calcium zersetzt, unter Ausscheidung von Schwefel entsteht Chlorcalcium und zugleich entwickelt sich schweflige Säure als Gas, welches durch das entsprechende Verbindungsrohr von A nach B entweicht, von der in B befindlichen, noch nicht mit Salzsäure versetzten schwefelhaltigen Lauge absorbirt wird und das in derselben neben unterschwefligsaurem Calcium enthaltene mehrfach Schwefelcalcium, unter Ausscheidung von Schwefel in unterschwefligsaures Calcium überführt. Nachdem zuletzt durch Zuleiten von Dampf alle schweflige Säure aus der zersetzten Flüssigkeit in A ausgetrieben und nach B geleitet worden ist, läßt man die Chlorcalciumlösung nebst dem ausgeschiedenen Schwefel aus A zunächst in eine Rinne abflie-

ßen, welche sie in ein Gefäß mit doppeltem Boden führt. In diesem setzt sich der Schwefel nieder, wird gesammelt und mit Wasser ausgewaschen, während die klar gewordene Chlorcalciumlösung wegfließt. Nun läßt man von Neuem schwefelhaltige Lauge in das eben entleerte Gefäß A fließen, gießt Salzsäure zum Inhalte des Gefäßes B und leitet die hierdurch sich in B entwickelnde schweflige Säure durch Oeffnen des entsprechenden Verbindungsrohres in die Lauge in A, wo wiederum das mehrfach Schwefelcalcium, welches sonst mit Salzsäure Schwefelwasserstoff entwickeln würde, in unterschwefligsaures Calcium übergeführt wird, und verfährt ganz wie im vorigen Falle. Auf diese Weise zersetzt man also fortwährend Schwefellauge, ohne daß (mit Ausnahme des ersten Males) Schwefelwasserstoff entweicht. Der hierbei sich ausscheidende Schwefel ist ziemlich dicht, körnig, setzt sich leicht zu Boden und läßt sich rasch filtriren. Ebenso vorzüglich ist die dritte Operation, die Darstellung von chemisch reinem Schwefel, aus dem durch die zweite Operation niedergeschlagenen Schwefel. Man bringt nämlich den ausgefällten Schwefel mit so viel Wasser in einen gußeisernen, geschlossenen Kessel, daß die Masse eine breiige Consistenz hat, läßt sodann Dampf einströmen, der einen Ueberdruck von 1 3/4 Atmosphäre hat und rührt dabei um. Hierbei schmilzt der Schwefel unter dem Wasser, während die an dem Schwefel noch haftende Chlorcalciumlauge vom Wasser aufgenommen wird und etwas beigemischter Gyps sich im Wasser vertheilt. Der geschmolzene Schwefel sammelt sich im tiefsten Theile des Kessels an, kann abgelassen und sogleich in die gewünschten Formen gegoßen werden. Sollte der zu schmelzende Schwefel etwas arsenhaltig sein, so hat man nur nöthig, in den Kessel mit dem Schwefel eine kleine Menge Kalkmilch einzufüllen; diese neutralisirt nicht allein die etwa vorhandene freie Säure, sondern ein Theil des Kalks nimmt zugleich Schwefel auf, verwandelt sich in Schwefelcalcium, welches das als Schwefelarsen im Schwefel enthaltene Arsen auflöst und in das Wasser, welches über dem geschmolzenen Schwefel steht, überführt. Die Vortheile des Schmelzens unter Wasser sind einleuchtend. Man hat nicht nöthig, den gefällten Schwefel sorgfältig auszuwaschen und zu trocknen, die Destillation wird erspart und durch denselben Prozeß der Schwefel von Arsenik befreit. Endlich hat

die Art des Schmelzens unter Dampfdruck auch noch den Vortheil, daß der Schwefel nur so weit erhitzt wird, daß er sich gerade im dünnflüssigsten Zustande befindet, also seine schöne gelbe Farbe behält und nicht überhitzt werden kann.

Anstatt Salzsäure kann man zur Zersetzung der schwefelhaltigen Laugen auch die bei der Chlorgasbereitung zurückbleibende saure Manganchlorürlösung anwenden, nur muß man das in derselben enthaltende Eisenchlorid, welches sehr störend wirken würde, dadurch unschädlich machen, daß man die Manganflüssigkeit unter Umrühren mit etwas schwefelhaltiger Lauge versetzt, wobei der hierdurch aus letzterer frei werdende Schwefelwasserstoff das Eisenchlorid zu Eisenchlorür reducirt, was man an der Aenderung der Farbe deutlich erkennt. Die so präparirte, immer noch saure Manganflüssigkeit kann man nun statt Salzsäure benutzen und gewinnt dabei einen ebenso reinen Schwefel. Schaffner behauptet, daß man nach seiner Methode 60—65 Proc. des in den Sodarückständen enthaltenen Schwefels in Form von chemisch reinem Schwefel gewinne (Mond vermochte nur die Hälfte des Schwefels abzuscheiden, also nur 50 Proc.) Auf 1 Ctr. Schwefel werden 2 bis 2$^1/_2$ Ctr. Salzsäure gebraucht. Bei rationeller Einrichtung betragen die Arbeitslöhne pro Ctr. Schwefel circa 12 Sgr. Die außerordentliche Wichtigkeit der Verwerthung der Sodarückstände geht daraus hervor, daß allein die Außiger Fabrik jährlich 9000 Ctr. chemisch reinen Schwefel aus solchen Rückständen darstellt und daß diese Fabrik seit Einführung der Schaffnerschen Methode schon für 250000 Gulden österr. Währung (= 166666 Thlr.) solchen Schwefel in den Handel gebracht hat. Dazu kommt nun noch, daß hierdurch die sonst so gefährlichen und gesundheitsschädlichen Sodarückstände in durchaus ungefährliche Produkte übergeführt werden.

## Fluornatrium = NaFl.

Zur fabrikmäßigen Darstellung des Fluornatriums empfiehlt F. Jean nachstehendes einfaches Verfahren. Ein inniges Gemenge von 100 Thln. Chlorcalcium (Flußspath), 140 Thln. kohlensaurem Calcium (Kreide), 200 Thln. schwefelsaurem Natrium (Glaubersalz) und überschüssiger Kohle, wird zum Schmelzen erhitzt und einige Zeit im Schmelzen erhalten. Nach dem

Erkalten laugt man die Schmelze mit Wasser aus, in welchem sich sehr reines Fluornatrium auflöst, das durch Verdunsten der Lösung in Krystallen gewonnen werden kann. (Ueber Kryolithglas s. unten).

Chlorsaures Kalium = $KClO_3$ (früher = $KO,ClO_5$).

Ueber die Fabrikation des chlorsauren Kaliums hat G. Lunge einige bemerkenswerthe Mittheilungen gemacht. Gegenwärtig wird dieses Salz überall auf die Weise bereitet, daß man zunächst Kalkmilch vollständig mit Chlorgas sättigt, wobei sie in Chlorcalcium und chlorsaures Calcium übergeht, welche sich beide auflösen, und daß man durch Versetzen dieser Lösung mit einer entsprechenden Menge von Chlorkalium das chlorsaure Calcium zersetzt und die Ausscheidung von chlorsaurem Kalium herbeiführt. Die Kalkmilch, welche man hierbei anwendet, besitzt ein spec. Gew. = 1,040; nach dem vollständigen Sättigen mit Chlor entsteht eine Flüssigkeit von 1,140 spec. Gew. Das Sättigen selbst erfolgt auf die Weise, daß man das Chlorgas nicht in die Kalkmilch hineinleitet, um den Chlorgasapparat nicht einem hohen Drucke aussetzen zu müssen; dagegen wird durch ein Rührwerk die Kalkmilch sehr lebhaft bewegt, so daß sie in dem Apparat herumspritzt, in welchem Falle die Chlorgasabsorption rasch von Statten geht, auch werden gewöhnlich, um Verluste an Chlorgas zu vermeiden, zwei Absorptionsapparate mit einander in Verbindung gesetzt, so daß immer das Gas, was in dem einen Apparate unabsorbirt entweicht, in dem anderen Apparate absorbirt wird. Die erhaltene gesättigte Lösung läßt man in hohen Gefäßen sich klären, zieht sie klar in einen gußeisernen Abdampfkessel ab, in welchem man sie zunächst bis zu dem spec. Gew. = 1,180 eindampft und dann mit der erforderlichen Menge von Chlorkalium versetzt, die genau hinreichen muß, um alles chlorsaure Calciumsalz in Kaliumsalz überzuführen. Das hierzu dienende Chlorkalium braucht zwar nicht sehr rein zu sein, doch ist es vortheilhafter, dasselbe so rein als möglich anzuwenden, weil dann die Mutterlaugen ergiebiger werden. Nach erfolgtem Zusatze des Chlorkaliums dampft man weiter ein, bis zum spec. Gew. = 1,280 und läßt dann durch Erkalten die erste Krystallisation von chlorsaurem Kalium anschießen; die von den Krystallen getrennte Mut-

terlauge concentrirt man bis zum spec. Gew. 1,350, um durch abermaliges Erkalten eine zweite Krystallisation zu erhalten, die bedeutend unreiner ist; dennoch wird zuweilen auf eine dritte Krystallisation hingearbeitet. Sämmtliche Krystallisationen müssen nochmals umkrystallisirt werden, die erste mindestens einmal, die letzteren mehrmals. Beim Umkrystallisiren löst man das Salz in kochendem Wasser bis zum spec. Gew. = 1,160 und verwendet dazu Blei- oder Steinzeuggefäße, auch legt man, um das Krystallisiren zu erleichtern, Streifen oder Stäbchen von Blei ein. Besonders schöne und reine Krystalle soll man erhalten, wenn man beim Wiederauflösen der ersten Krystalle, behufs des Umkrystallisirens, auf 400 Gallons Flüssigkeit 10 Pfd. (engl.) krystallisirte Soda zusetzt oder auf 1000 Liter $2^1/_2$ Kilogr. Die Soda schlägt den Kalk (von anhaftendem Chlorcalcium) nieder und das kohlensaure Calcium reißt beim Niederfallen andere herumschwimmende Unreinigkeiten, z. B. Eisenoxydhydrat, mit nieder, so daß nach dem Klären die Lösung blos noch ein Minimum Chlornatrium als Verunreinigung enthält, welches der Krystallisation durchaus nicht hinderlich ist. Die reinen Krystalle läßt man auf mit Blei ausgekleideten Eisentrichtern ablaufen und wäscht sie nöthigenfalls mit etwas kaltem Wasser nach; dann kommen sie zum Trocknen, was am besten auf die Weise geschieht, daß man das zu trocknende Salz auf einen flachen, genügend gestützten Kasten von Bleiblech legt, so hoch, als der über den Kasten vorstehende Rand dies gestattet und dann etwas Dampf durch den Kasten strömen läßt. Das getrocknete Salz läßt man zunächst gut abkühlen und verpackt es dann erst. Zuweilen wird das chlorsaure Kalium im gemahlenen Zustande verlangt. Da jedoch das Mahlen dieses Salzes wegen möglicher Explosionen gefährlich ist, so empfiehlt Lunge, dasselbe dadurch in einem sehr fein vertheilten Zustande darzustellen, daß man die Krystallisationslaugen während des Erkaltens lebhaft bewegt, so daß sich nur ein zartes Krystallmehl absondern kann, welches sich überdies viel vollständiger durch mehrmaliges Aufgießen von etwas kaltem Wasser von der anhaftenden Mutterlauge befreien läßt, als die großen Krystalle. Für jeden Centr. von chlorsaurem Kalium soll man $6^2/_3$ Centner Braunstein von 60 Proc. Gehalt an Mangansuperoxyd gebrauchen.

## Glas.

Seit einigen Jahren wird in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, namentlich zu Philadelphia und Pittsburg eine besondere Sorte von Glas fabricirt, welche dem Milchglas ähnlich, also nur durchscheinend und milchweiß ist, in ausgedehntem Maße zur Fabrikation von Gefäßen für Droguisten und Parfümeurs, zu Lampenfüßen und Lampenschirmen, zu Tischaufsätzen, Fußbodenbekleidungen und dergl. mehr benutzt und in Amerika Hot-cast Porcelain, d. i. Heißguß-Porzellan, genannt wird. Da zur Darstellung dieses Glases der natürlich vorkommende Kryolith $= Na_6Al_2Fl_{12}$ (oder $= 3NaFl + Al_2Fl_3$) in Anwendung kömmt, so nennt man dasselbe auch Kryolithglas. Erst in neuester Zeit sind über dieses schöne Produkt einige genauere Mittheilungen in die Oeffentlichkeit gelangt. Nach H. E. Benrath ist das Kryolithglas weiß in der inneren Schicht, opalisirend oder durchsichtig an der Außenfläche, besitzt muscheligen Bruch mit Glasglanz, ein spec. Gew. = 2,471 und steht an Härte und Widerstandsfähigkeit gewöhnlichem gutem Glase mindestens gleich. Nach C. P. Williams ist es eigenthümlich fest und zäh, mehr oder weniger durchsichtig, milchweiß, im Ansehen dem französischen Porzellan nicht unähnlich und steht seiner Beschaffenheit nach zwischen den mit den gewöhnlichen Glassätzen unter Zusatz von phosphorsaurem Kalk dargestellten Sorten (Beinglas, Milchglas) und den mit Zinnoxyd dargestellten Emails oder Schmelzsorten, indem es milchartiger ist als die ersteren, aber weniger undurchsichtig als die letzteren. Benrath glaubt, daß das Kryolithglas durch Zusammenschmelzen von 1 Thl. Kryolith und 2 Thln. Quarzsand gewonnen werde, wobei alles Fluor des Kryoliths mit einem Theil des Siliciums vom Quarzsande, als Fluorkieselgas entweiche, während Natrium und Aluminium des Kryoliths mit der übrigen Kieselsäure des Quarzsandes das Kryolithglas liefern, welches in der Hauptsache aus 70,01 Proc. Kieselsäure, 10,78 Proc. Thonerde und 19,21 Proc. Natron bestehe, außerdem aber auch etwas Eisenoxyd und Manganoxydul nebst Spuren von Kalk enthalte. Nach Williams dagegen ist die Zusammensetzung des Kryolithglases keineswegs so einfach, wie Benrath angegeben hat; eine genaue Analyse einer Probe desselben

ergab folgende Resultate: 63,84 Proc. Kieselsäure, 7,86 Proc. Thonerde, 1,50 Proc. Eisenoxyd, 1,12 Proc. Manganoxydul, 6,99 Proc. Zinkoxyd, 1,86 Proc. Kalk, 0,25 Proc. Magnesia, 10,51 Proc. Natron und 8,05 Proc. Fluor. Nach Versuchen, die Willams angestellt hat, erhält man das Kryolithglas durch Zusammenschmelzen von 67,19 Thln. Kieselsäure, 23,84 Thln. Kryolith und 8,07 Thln. Zinkoxyd. Der bei der Bildung des Kryolithglases stattfindende Vorgang beruht auf der Entstehung von Kieselfluornatrium aus einem Theile des Fluor- und Natriumgehaltes des Kryoliths, während sich der Rest des Fluors mit Silicium zu Fluorsilicium verbindet und entweicht. Die übrige Kieselsäure vereinigt sich mit dem Zinkoxyde, dem übrigen Natron und der Thonerde zu einem Gemisch von Silicaten, das in seiner Zusammensetzung von gewissen Glassorten nicht wesentlich abweicht (außer darin, daß der Kalk oder eine der anderen zur Glasfabrikation gewöhnlich angewendeten Basen durch Zinkoxyd ersetzt ist). Durch die ganze Masse dieses Glases hindurch vertheilt sich nun das geschmolzene Kieselfluornatrium, welches in derselben Weise (wenn auch in verschiedenem Grade) wie das zur Erzeugung von gewöhnlichem Milchglase seit langer Zeit angewandte phosphorsaure Calcium wirkt. Denn die Alkalifluoride schmelzen, wie schon Berzelius nachwies, in Gegenwart von Kieselsäure bei Hellrothgluth, ohne daß sich Fluorsilicium entwickelt und verwandeln sich beim Abkühlen in porzellanartige Massen in derselben Weise wie dies bei der Knochenasche der Fall ist. Nach einer Mittheilung von W. J. Cheyney in Philadelphia kann ein dem Heißguß-Porzellan in seinen Eigenschaften entsprechendes Produkt durch Anwendung von Flußspath anstatt Kryolith erhalten werden. In diesem Falle rührt das milchartige Ansehen wahrscheinlich von der Bildung des entsprechenden Kieselfluorcalciums her. Williams behauptet, daß er durch Schmelzen eines Gemenges von Feldspath, Sand, Flußspath und reiner Soda ein dem Kryolithglase sehr ähnliches Produkt erhalten habe. Damit steht jedoch eine Mittheilung von E. Richters im Widerspruche, wonach man zur Fabrikation von gewöhnlichem Glase, das als Nebenprodukt bei der Sodafabrikation aus Kryolith entstehende künstliche Fluorcalcium statt Kalk anwenden kann. Hiernach scheint also mit Fluorcalcium kein Milchglas zu entstehen, oder wenigstens

eine bedeutende Menge von Fluorcalcium nöthig zu sein, um anstatt farblosen Glase, das weiße Glas zu erhalten.

Einiges Aufsehen erregten im verflossenen Jahre die Glas-Kunstarbeiten oder Glasfädenerzeugnisse z. B. Damenhüte, Coiffuren, Schleifen, Armbänder, Netze, Federn rc. von Jules de Brunfaut in Paris, die an verschiedenen Orten, besonders in Wien, ausgestellt worden sind und als Produkte einer außerordentlichen Geschicklichkeit von Seiten des Verfertigers bezeichnet werden müssen. Zu ihrer Herstellung wird eine besondere Sorte Glas in feine Streifen von rechtwinkligem oder quadratischem Querschnitt von circa 4 Quadratmillimeter geschnitten. Die Spitze eines solchen Stäbchens wird durch die Flamme eines Löthrohrs erhitzt, mittels eines zweiten Stäbchens wird von der weich gemachten Stelle ein zarter Faden abgezogen und auf ein nebenstehendes hölzernes Rad gelegt, welches rotirt und bei gut geleiteter Arbeit von dem weichen Glase einen ununterbrochenen äußerst zarten, gleichmäßigen Faden abzieht und aufwickelt. Hierbei ist jedoch die größte Aufmerksamkeit von Seiten des Spinnenden nöthig, damit das zu verspinnende Glasstäbchen immer gleich heiß und auch der Faden gleich dick bleibt, eine Arbeit, in welcher de Brunfaut eine Meisterschaft erlangt hat. Die so hergestellten Glasfäden haben einen Durchmesser von 0,00,6—0,012 Millimeter, sind also noch etwas feiner als einfache Coconfäden, lassen sich mit der Nähmaschine verarbeiten, sowie flechten und sind so zart, daß sie nicht splittern und daher beim Tragen nicht unangenehm werden, wie derartige Erzeugnisse, die man schon früher, aber mit gröberen und spröderen Fäden anfertigte. Ihr Glanz ist bedeutend schöner als derjenige der Seide; die einzelnen Glasfäden lassen sich kräuseln und in Glaslocken sowie in sogenannte Glaswolle oder Glaswatte verwandeln, die sich durch ihre Elasticität auszeichnet. Wenn man z. B. eine Hand voll solcher Glaswolle in der Hand zusammendrückt, so kann man dadurch ihr Volumen überraschend verringern; das so erhaltene zusammengepreßte kleine Klümpchen läßt sich aber leicht wieder locker rütteln und aufblasen und vertheilt sich — Spinnfäden ähnlich — auf den Raum von 1 Cub. Fuß. So lange die Herstellung dieser Erzeugnisse jedoch nur von einer seltenen Kunstfertigkeit und Geschicklichkeit eines Einzelnen abhängt, ge-

hören dieselben nur in die Classe der Raritäten. — Ueber das Verplatiniren des Glases hat R. Böttger einige beachtenswerthe Mittheilungen gemacht (s. S. 333).

Zu der interessanten Frage, über den Einfluß des Sonnenlichtes auf die Färbung des Glases, welche wir bereits im Jahrg. IV d. Jahrb. S. 317 besprochen haben, hat J. Gaffield, ein amerikanischer Glasfabrikant, einen bemerkenswerthen Beitrag geliefert. Gaffield fand nämlich, daß die Farbe fast aller Sorten von Fensterglas sich unter dem Einfluß des Sonnenlichtes in einem Jahre ändert. Die meisten Sorten färben sich nach einigen Monaten rosa oder röthlich und einige Sorten von grünlichem Glase nehmen eine bläuliche Farbe an. Die folgende Tabelle weist die Veränderungen nach, welche bei den besten Glassorten, die als farbloses Glas bezeichnet werden, eintraten, als sie ein Jahr lang, nämlich vom 12. Januar 1866 bis zum 12. Januar 1867 an freier Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt wurden.

| Glassorte. | Farbe vor der Exposition. | Farbe nach der Exposition. |
|---|---|---|
| Französisches Tafelglas | Bläulich weiß | Gelblich |
| Deutsch. Krystallgl. in Taf. | Schwach grün | Ins Bläuliche stechend |
| Englisches Tafelglas | desgl. | Gelblich grün |
| Englisches Crownglas | desgl. | Schwach purpurn |
| Belgisches Fensterglas | Bräunlich gelb | Dunkel purpurn |
| Englisches Fensterglas | Dunkelgrün | Bräunlich grün |
| Amerik. Krystallglas | Weiß, schwach bläulich | Weiß; purpurn |
| desgleichen | Weiß, schwächer bläul. | Schwach gelblichgrün |
| Ordinäres amerik. Glas | Bläulich grün. | Unverändert. |

Die actinische Wirkung nahm vom Januar bis zum Juli zu und von da an wieder ab. Die stärkste Wirkung zeigte sich im Sommer.

Gaffield läßt es unentschieden, welcher Bestandtheil des Glases die Farbenveränderung bedingt und spricht nur die Vermuthung aus, daß es das Mangan sein möge (vergl. Jahrg. IV d. Jahrb. S. 317), da das eigentliche bleihaltige Krystallglas und ein Stück optisches Glas, welches wahrscheinlich nur sehr wenig oder vielleicht gar kein Mangan enthielt, bei zweijähriger Einwirkung des Sonnenlichtes keine Veränderung erlitten.

Die Wärme bringt nach Gaffield keine Veränderung der Farbe hervor und das Wasser schützt das Glas gegen jede Modification dieser Art.

Zum Schlusse dieses Abschnittes kommen wir nun nochmals auf das Wasserglas und dessen Anwendung zur Conservirung der Sandsteine, sowie zur Herstellung künstlicher Sandsteine zurück, indem wir zugleich auf unsere Mittheilungen über diesen Gegenstand im Jahrg. IV S. 311 und 312 verweisen. Daß sich das Imprägniren von Sandsteinen mit bloßer Wasserglaslösung in vielen Fällen bewährt, um die Sandsteine vor der Verwitterung zu schützen, ist in neuester Zeit auch von Berlin aus bestätigt worden. Es sind, wie die Deutsche Bauzeitung berichtet, in Berlin seit länger als einem Decennium umfangreiche Versuche angestellt worden, wie sich Steinmaterialien, welche theilweise mit Wasserglas imprägnirt sind, in Bezug auf ihre Witterungsbeständigkeit verhalten und sind dazu vorzüglich Sandsteinsorten und zwar aus verschiedenen Gegenden, u. A. vom Bau der Villa Albrechtsberg bei Dresden, vom neuen Museum und der Börse zu Berlin, ferner carrarischer Marmor 2. Classe, schlesischer Marmor, Granit u. s. w. gewählt worden. Diese Proben sind fortwährend der Witterung ausgesetzt gewesen und haben Jahrein — Jahraus unter der Dachtraufe eines circa 18 Fuß hohen Gebäudes gelagert. Das hierzu verwendete Wasserglas war nicht aus den üblichen Bezugsquellen entnommen, sondern von dem Königl. Galleriediener Trüloff in Berlin, der dasselbe auch zur Fixirung stereochromatischer Darstellungen vielfach mit günstigstem Erfolge benutzt, selbst bereitet und mit dem Pinsel aufgetragen worden. Bei den imprägnirten Stellen der Versuchsstücke ist die ursprüngliche Farbe des Steines mehr oder weniger, bei jenen, die im Laufe der verflossenen circa 10 Jahre theilweise zweimal getränkt oder nur kürzere Zeit den Einflüssen der Witterung preisgegeben waren, sogar vollständig klar und rein, d. h. frei von allem Schmutz und jeglichem Moosansatze geblieben, auch hat sich die Textur des Materials gänzlich unverändert erhalten, was bei den unbestrichen gebliebenen Stellen nicht der Fall war. Wer die zerstörenden Einflüsse, welche Bildungen von Kryptogamen, namentlich Flechten auf Sandstein-Skulpturen ausüben, aus eigener Erfahrung kennt,

wird demnach ein Mittel zu würdigen wissen, welches diesen gefährlichen Feind aller feinen Sandstein-Ausführungen, wenn auch nur beinahe unschädlich macht. Und hierzu ist die Anwendung von Wasserglas wohl geeignet, wenn der Ueberzug alle 3—5 Jahre, nachdem das Steinmaterial vorher von allem Staub u. s. w. sorgfältig gereinigt ist, erneuert wird. Bei Marmor und Porphyr dagegen konnte eine schützende Wirkung des Wasserglases nicht nachgewiesen werden und überdies verleiht selbst farbloses und durchsichtiges Wasserglas dem carrarischen Marmor (zweite Sorte) einen Stich ins Gelbliche, während Sandstein seine Farbennüance nicht verändert, dagegen häufig um ein bis zwei Töne heller erscheint.

Fr. Ransome in Ipswich hat nun sein Verfahren der Fabrikation künstlicher Sandsteine ausführlich beschrieben. In Anbetracht der Wichtigkeit dieses Gegenstandes lassen wir das Wesentlichste dieser Fabrikation folgen, welche in einem Etablissement zu East-Greenwich am Themseufer in großartigem Maßstabe ausgeführt wird und die Erzeugung von Steinen gestattet, die bezüglich ihrer Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphäre der Städte im Vergleiche mit den besten natürlichen Steinen concurriren. In dem genannten Etablissement wird der größte Theil des bei der Fabrikation verwendeten Sandes aus Maidstone geholt. Dieser Sand wird zunächst getrocknet und zu diesem Behufe mit einem Elevator gehoben und in das obere Ende eines geneigten, sich drehenden Blechcylinders geschüttet, durch den ein Strom heißer Luft mittels eines Gebläses zieht. Der Sand wird dann gesiebt und unter Bedeckung aufbewahrt. Da dieser natürliche Sand häufig ein zu zu grobes Korn im künstlichen Stein erzeugen würde, wird ein Theil davon zwischen gußeisernen Walzen pulverisirt. Dieselben Walzen dienen auch zur Zerkleinerung von Kalkstein, welcher zuweilen, doch nur in geringerem Verhältniß dem Sande beigemischt wird. Als Bindemittel für den Sand, der zu festen Steinen verbunden werden soll, dient bekanntlich das Wasserglas. Dieses wird in dem genannten Etablissement durch Kochen von Feuersteinen, die dort in der Nähe gefunden werden, mit Natronlauge unter hohem Drucke auf folgende Weise bereitet: Man bedient sich dazu cylindrischer Kessel, die mit einem Roste versehen sind, auf welchen die aufzulösenden Feuersteine gelegt

werden und die mittels Dampfröhren geheizt werden können. Nach dem Einlegen der Feuersteine wird der Kessel mit einer Auflösung von Aetznatron von 1,12 spec. Gew. gespeist und dann verschlossen. Nun leitet man Dampf mit einem Drucke von 70 Pfund per Quadratzoll (4,92 Kilogr. per Quadratcentimeter) in die Röhren und setzt das Kochen fort, bis die Feuersteine aufgelöst sind. Man erhält Natronsilicat (Wasserglas) in einer Lösung von 1,2 spec. Gewicht. Durch einen Hahn am Boden des Kessels steigt die Wasserglaslösung, nachdem man den Hahn geöffnet hat, mittels des auf ihr ruhenden Dampfdruckes, in ein Ablagerungsreservoir und von da, nach erfolgter Klärung, in ein offenes, mit Dampfröhrenheizung versehenes Gefäß. Hier wird sie auf das spec. Gew. 1,7 concentrirt und ist nun zu weiterem Gebrauche fertig, als eine zähe, etwas gelatinöse, durchsichtige Flüssigkeit. Um sie mit dem Sande zu vermischen, bedient man sich einer Art von Thonmühlen, deren gußeiserne Scheiben ohrenartige Ansätze an ihrer Peripherie tragen. Die Materialien: Sand, Sandpulver, Kalksteinpulver und Natronwasserglaslösung werden in den Trog der Mühle aufgegeben und beim Drehen der Scheiben kneten die Ansätze Alles zu einer vollständig homogenen Masse zusammen, was nur drei Minuten dauert. Gewöhnlich ist das Mischungsverhältniß 2½ Bushel der trockenen Materie und 1 Gallon der Flüssigkeit (18 Liter auf 1 Liter Flüssigkeit). Je nach dem Zwecke der künstlichen Steine kommen zuweilen bis 3 Bushel auf 1 Gallon ((24 Liter auf 1 Liter). Die Mischung ist vollkommen plastisch und besitzt gerade genügende Cohäsion zum Formen, welches wie bei den gewöhnlichen Backsteinwaaren entweder mit der Hand oder mit Maschinen geschehen kann. Einölen der Formen und festes Stampfen sind erforderlich. Der nächste Prozeß besteht im Härten der Objecte. Aus den Formen gehoben, erfordern dieselben große Behutsamkeit, da ihr Zusammenhang noch unbedeutend ist. Aber unter dem Einflusse einer Lösung von Chlorcalcium gewinnen sie in wenigen Minuten einen genügenden Härtegrad, um ohne besondere Vorsicht in die Hand genommen und transportirt werden zu können. Früher tauchte man die Gegenstände in ein Bad, aber gegenwärtig wird derselbe Effect auf andere interessante Art erreicht. Beim Formen wird ein Loch bis ins Centrum hinein ausgespart und

in dasselbe das Rohr einer Luftpumpe geschoben. Beim Extrahiren der Luft wird dann die über den Artikel gegossene Flüssigkeit rasch angesogen. Bei Mühlsteinen besitzen die gußeisernen Formen durchlöcherte falsche Böden und nach dem Einfüllen der Masse wird die Luft zwischen beiden Böden verdünnt. Der atmosphärische Druck drückt nun die Flüssigkeit von der freien Oberfläche hinein und das Resultat dieses Prinzipes, die Luft aus dem Inneren oder von der unteren Seite der Objecte zu entziehen, ist eine sehr schnelle und vollständige Durchdringung. Kleinere Objecte werden lediglich aus einer Gießkanne besprengt.

Nach solchem Härten mit einer kalten Auflösung mit Chlorcalcium folgt noch das Eintauchen in ein Bad derselben Lösung von 1,4 spec. Gew., welches durch Dampfröhren zum Sieden erhitzt wird. Auf diese Weise soll die Luft vollständig ausgetrieben und die Energie der chemischen Action zwischen Silicat und Chlorid gesteigert werden. In East-Greenwich giebt es eine Reihe solcher warmer Bäder an der Seite einer Transportbahn, welche ihnen die Gegenstände zuführt. Ihnen gegenüber liegt eine Reihe von Douchen zum Auswaschen des gebildeten Kochsalzes. Die Douchen sind blos schmale Gefäße mit durchlöcherten Decken über den Böden, auf welchen die Gegenstände sich befinden. Das Wasser wird wiederholt verwendet und frisches Wasser nur zugegeben, wenn die Salzlösung zu stark geworden ist. Das Douchen wird so lange fortgesetzt, bis das Chlornatrium vollständig entfernt ist. Hierauf werden die Objecte getrocknet, so weit möglich durch natürliche Mittel, im Winter durch künstliche Wärme.

Die künstlichen Steine von Ransome zeichnen sich durch Schärfe der Formen, gleichmäßige Farbe, Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, Frost, unreines Wasser und alle Einflüsse der Atmosphäre, endlich durch Wohlfeilheit aus. Eine Menge von Gegenständen, von den einfachen bis zu den ornamentirten, besteht die Concurrenz mit natürlichem Steine in England, Indien und Amerika. Einen wichtigen Platz nehmen Mühlsteine ein, deren Dauerhaftigkeit und Rauhigkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Bruchstücke aus dem Centrum eines Mühlsteins von 6 Fuß (1,83 Meter) Durchmesser konnten nicht von den am Umfange gebrochenen unterschieden werden.

---

# Organische Verbindungen.

## Cyan-Verbindungen.

Von den verschiedenen Mittheilungen über bekanntere Cyanverbindungen sind besonders nachstehende beachtenswerth:

Das Cyan = CN oder Cy (früher = $C^2N$), also aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehend, bildet sich in Verbindung mit Metallen z. B. Kalium, in größerer Menge, durch Glühen stickstoffhaltiger Substanzen mit kohlensaurem Kalium. De Romilly erinnert an eine andere interessante Bildungsweise der Cyanmetalle, auf welche schon im Jahre 1841 Langlois aufmerksam gemacht hatte und welche auch schon viel früher Scheele bekannt gewesen zu sein scheint. Langlois erhielt nämlich Cyanammonium durch Ueberleiten von Ammoniakgas über glühende Kohlen. Noch auffallender zeigt sich jedoch nach De Romilly diese Art der Entstehung von Cyan, wenn man gewöhnliches Leuchtgas durch Ammoniakwasser streichen und dann durch eine enge Oeffnung austreten läßt, an welcher es angezündet wird. Das brennende Gas bildet eine Flamme, welche mit einer gewissen Kraft aus der Oeffnung herausdringt und wenn nicht reichlich Luft zugeführt wird, etwas rußend erscheint. Saugt man mittels eines Aspirators die von dieser rußenden Flamme aufsteigenden Verbrennungsprodukte in ein langes Rohr ein und läßt sie aus diesem in reines Wasser treten, so findet sich in dem Wasser Cyanammonium, das sich bei der Verbrennung des ammoniakhaltigen Gases gebildet hat. Oder leitet man die Verbrennungsprodukte in dünne Kalilauge, so erhält man Cyankalium; beim Eintreten in dünne Kalkmilch Cyancalcium u. s. w. Nur wenn die ammoniakhaltige Gasflamme bei sehr starkem Luftzutritt, z. B. in einem Bunsenbrenner vollständig verbrennt, findet keine Cyanbildung statt. Da die Dämpfe des Cyanammoniums sehr giftig wirken, so ergiebt sich hieraus, wie außerordentlich wichtig und nothwendig es ist, das Leuchtgas von beigemischten Ammoniakverbindungen zu trennen, also gut zu reinigen, bevor man es zur Beleuchtung in geschlossenen Räumen benutzt.

Reines Cyankalium = KCy. Bekanntlich wird

das im Handel vorkommende Cyankalium gewöhnlich nach Liebig's Methode durch Zusammenschmelzen von gelbem Blutlaugensalz mit kohlensaurem Kalium dargestellt, es enthält jedoch, auf diese Weise bereitet, stets schwankende Mengen von cyansaurem und kohlensaurem Kalium beigemischt. Für photographische Zwecke ist nach L. Knaffl diese Verunreinigung des Cyankaliums weniger störend, als bei galvanoplastischen Arbeiten, wo es von Wichtigkeit ist, sich reinen Cyankaliums zu bedienen, da die galvanischen Niederschläge aus Bädern, welche mit reinem Cyankalium dargestellt worden, weniger brüchig sind und besser anhaften. Um reines Cyankalium darzustellen, soll man nach Knaffl 2 Thle. trockenes Aetzkali, 4 Aequivalente Wasser enthaltend, in 10 Thln. 90grädigem Spiritus lösen und in diese Lösung den Dampf von Blausäure einleiten, welche man durch Destillation von 4 Thln. Blutlaugensalz mit einer Mischung von 3 Thln. concentrirter Schwefelsäure und 7 Thln. Wasser erhält. Das hierbei entstehende Cyankalium fällt in Form eines weißen Pulvers zu Boden. Man bringt den weißen Brei sogleich auf ein Colatorium, wäscht ihn, nachdem der flüssige Theil vollständig abgelaufen ist, 2 bis 3 mal mit 90 grädigem Spiritus, preßt ihn tüchtig aus und trocknet ihn langsam auf einem Trockenherde, jedoch möglichst scharf. Das scharf getrocknete feine Pulver bringt man portionenweise in einen blanken, abgedrehten, eisernen, rothglühenden Tiegel und läßt den letzteren so lange im Feuer, bis Alles vollkommen flüssig geworden ist und ein hineingetauchter eiserner Spatel sich mit einer klaren Flüssigkeit überzieht, die beim Erkalten zu einer weißen, durchsichtigen Masse erstarrt. Sodann hebt man den Tiegel aus den Kohlen und gießt das geschmolzene Cyankalium in eine blanke, abgedrehte, eiserne Schale aus. Nach dem Erkalten bildet es eine weiße Masse von kampherartig durchscheinendem, krystallinischem Gefüge. Es enthält dann 99 Procent reines Cyankalium.

Um in Flüssigkeiten selbst sehr geringe Spuren von Cyankalium oder Blausäure nachzuweisen, wird nach C. D. Braun die zu prüfende Flüssigkeit, wenn sie nicht bereits alkalisch reagirt, durch Zusatz von etwas Kalilauge alkalisch gemacht, hierauf mit einer Auflösung von 1 Thl. Pikrinsäure in 250 Thln. Wasser versetzt und zum Sieden erhitzt,

wobei, wenn Cyan vorhanden war, eine deutlich rothe, bei größeren Mengen des letzteren blutrothe Färbung der Flüssigkeit eintrit. A. Vogel, welcher diese Reaction betreffs ihrer Empfindlichkeit prüfte, hat gefunden, daß noch bei 30000 facher Verdünnung der Blausäure eine deutliche rothe Färbung eintritt, so daß man auf diese Weise noch sehr geringe Spuren von Blausäure oder Cyankalium sicher nachzuweisen im Stande ist.

Zur Fabrikation des gelben Blutlaugensalzes (Ferrocyankaliums, Kaliumeisencyanürs) = $K^4FeCy^6 + 3H^2\Theta$ (früher = $2KCy + FeCy$) hat E. Meyer einige beachtenswerthe praktische Winke gegeben. Bekanntlich beruht die Fabrikation des gelben Blutlaugensalzes darauf, daß man in Tiegeln oder in Flammöfen, deren Sohle eine starke gußeiserne Platte bildet, Pottasche (kohlensaures Kalium) zum Schmelzen bringt und in die geschmolzene Masse allmälig verschiedene thierische Abfälle oder die aus denselben bereitete Kohle (Thierkohle, Blutkohle, Knochenkohle) nebst etwas Eisen in Form von Bohr- oder Drehspänen, Hammerschlag &c. einträgt und damit durcharbeitet, bis eine breiige Masse, die sogenannte Schmelze, entstanden ist, welche man mit eisernen Löffeln ausschöpft, wo sie dann beim Erkalten erstarrt. Hierbei entsteht durch Einwirkung von Stickstoff auf Kohlenstoff unter Mitwirkung des gleichzeitig aus der Pottasche durch die reducirende Wirkung der Kohle freiwerdenden Kaliums, Cyankalium und erst wenn man die so erhaltenen Schmelzen mit Wasser auslaugt und wenn zugleich Eisen oder eisenhaltige Körper, z. B. Spatheisenstein, Magneteisenstein, Schwefeleisen vorhanden sind oder zugefügt werden, wandelt sich das Cyankalium, indem 1/3 desselben sein Cyan an Eisen abgiebt, während das Kalium Sauerstoff oder Schwefel aufnimmt, in gelbes Blutlaugensalz um. — Nach E. Meyer bildet sich das Cyankalium am reichlichsten bei hoher Temperatur und dünnflüssiger Schmelze. Das Eintragen der Thierstoffe muß also allmälig geschehen, jedoch nicht zu langsam, um die Einwirkung des Sauerstoffs der Luft fern zu halten. Beim Flammofen führt zu starker Zug leicht eine Oxydation herbei, während zu schwacher Zug die Heizkraft der Flamme vermindert, sodaß genau die Mitte einzuhalten ist. Leichter läßt sich das Schmelzen in Töpfen ausführen und liefert gleichmäßigere Produkte. Einen

Hauptvortheil gewährt die Anwendung trockener Thierstoffe, weil dadurch die Temperatur der schmelzenden Masse nicht sehr erniedrigt wird. Wenn gedarrte und bis zur beginnenden Zersetzung erhitzte Thierstoffe heiß in die schmelzende Pottasche eingetragen werden, so ist die Cyanbildung viel größer. Darrkammern zum vorhergehenden Erhitzen der einzutragenden Thierstoffe an den Abzügen des Schmelzofens angebracht, sind von bedeutendem Erfolge. Sehr beachtenswerth ist die von Meyer erwiesene Thatsache, daß schwefelsaure Salze für die Cyanbildung von großem Nachtheile sind, indem erst nach ihrer auf Kosten der Thierkohle erfolgten Reduction, Cyanbildung eintritt. Schmelzen aus einer Pottasche, die etwa 20 Proc. schwefelsaures Kalium enthält, sind ärmer an Cyankalium als diejenigen von reiner Pottasche oder von der Pottasche aus den Betriebsmutterlaugen, welche Schwefelkalium enthält. Die Anwendung einer möglichst schwefelfreien, hochgrädigen Pottasche ist aber auch aus dem Grunde zu empfehlen, weil vorhandenes Schwefelkalium die eisernen Schmelzgefäße außerordentlich angreift. Ferner wirkt das in der Schmelze vertheilte Schwefelkalium beim Ausschöpfen der fertigen Schmelze als Pyrophor und verbrennt unter gleichzeitiger Zerstörung von Cyankalium unter Funkensprühen. Selbst schon ziemlich erkaltete Schmelzen entzünden sich zuweilen von selbst an der Luft und gerathen ins Glühen, natürlich unter Verlust von Cyankalium. Derartige Schmelzen zeichnen sich durch Flecken von gelbbrauner Farbe aus. Jedenfalls darf das Zerschlagen der Schmelze erst nach vollständigstem Erkalten derselben geschehen. Ein Gehalt der Pottasche an Chloriden ist ohne nachtheiligen Einfluß. Da nach Obigem die Fernhaltung des Schwefels dringend geboten ist, so darf man nach Meyer zur Ueberführung des Cyans in Ferrocyan kein Schwefeleisen anwenden, obschon dieses am schnellsten wirkt. Metallisches Eisen wirkt zu langsam und ungenügend, um in der Technik Bedeutung zu haben; dagegen eignet sich nach Meyer frisch gefälltes kohlensaures Eisenoxydulhydrat vorzüglich. Dieses ist besser aus Eisenchlorür als aus Eisenvitriol darzustellen, um das schwierige Auswaschen der schwefelsauren Salze zu umgehen. Auch kann die Fällung mit Kalk geschehen. Kocht man mit einer genügenden Menge dieses Eisenoxyduls die verdünnten Lösungen der Schmelze, so ist man sicher, ihnen

allen Schwefel zu entziehen und gleichzeitig alles Cyankalium in Ferrocyankalium zu verwandeln. Letzteres krystallisirt überdies aus Lösungen, die frei von Schwefelkalium sind, viel vollständiger und reiner.

Außer dem gewöhnlichen, in Wasser unlöslichen Berlinerblau kennt man schon längst eine in Wasser auflösliche blaue Cyaneisenverbindung, welche sich von der unlöslichen, durch ihren Kaliumgehalt unterscheidet. Dieses sogenannte lösliche Berlinerblau oder Kaliumdieisenferrocyanid ist nach Reindel = $KFe^2Cy^6 + 4H^2\Theta$ (oder $KCy + 2FeCy, Fe^2Cy^3 + 8HO$) und kann am besten dargestellt werden, indem man 1 Gewichtsthl. Eisendraht in so viel Königswasser (durch Vermischen von 3 Thln. Salzsäure und 1 Thl. Salpetersäure bereitet) auflöst, daß sich alles Eisen in eine Lösung von Eisenchlorid verwandelt. Die so bereitete Lösung versetzt man hierauf mit einer beliebig concentrirten wässerigen Auflösung von 7 1/2 Gewichtsthln. gelbem Blutlaugensalz und etwas Weingeist, wodurch ein blauer Niederschlag entsteht, welcher das gewünschte Präparat ist. Dieser Niederschlag wird auf einem Filter gesammelt, einigemale mit Wasser gewaschen und an der Luft getrocknet. Das so bereitete lösliche Berlinerblau löst sich in destillirtem Wasser mit prachtvoll blauer Farbe auf, hält sich jahrelang und eignet sich vorzüglich zur Wassermalerei, besonders zur Herstellung des blauen Tons für Wasser auf Landkarten und dergl. In gewöhnlichem Brunnenwasser darf man es nicht auflösen, weil es durch die Kalksalze des Wassers eine theilweise Zersetzung erleidet. Auch darf man es nicht in höherer Temperatur trocknen, indem es bei 100° C. sein Wasser abgiebt und in Folge dessen unlöslich wird.

Eine interessante Reaction zur Erkennung von Berlinerblau und Unterscheidung desselben von Indigo und Anilinblau hat Nicklès mitgetheilt. Hat man z. B. einen blauen Stoff vor sich und man möchte rasch erkennen, ob derselbe mit Berlinerblau oder mit Indigo oder Anilinblau gefärbt worden, so hat man nur nöthig, mit dem nassen Stöpsel eines eine Fluorkalium-Lösung enthaltenden Fläschchens auf den zu prüfenden Stoff zu tupfen und einen Strahl von Wasserdampf auf die befeuchtete Stelle zu leiten War die Färbung mit Berlinerblau hergestellt, so entsteht sofort

ein weißer Fleck, während Indigo und Anilinblau unverändert bleiben. Die Erzeugung eines solchen weißen Fleckens giebt zugleich ein Beispiel, das Berlinerblau von einem gefärbten Stoffe ganz hinwegzunehmen, was vielleicht beim Zeugdruck hin und wieder mit Vortheil benutzt werden kann. Ebenso bringt eine angesäuerte Lösung von Fluorkalium Schriftzüge, die mit reiner Galläpfeltinte geschrieben worden, vollständig zum Verschwinden, wenn man das mit der Schrift versehene Papier in die Lösung eintaucht. Enthält die Tinte dagegen zugleich Indigolösung, so verschwindet die damit hergestellte Schrift in der angesäuerten Fluorkaliumlösung nicht oder wenigstens nicht vollständig. Bei der Prüfung der Aechtheit alter Dokumente kann unter Umständen dieses Verhalten sehr wichtig sein.

## Kohlenwasserstoffe.

Auch für den diesjährigen Bericht über die neuesten auf diese wichtige Gruppe organischer Stoffe bezüglichen Untersuchungen und Mittheilungen wählen wir, wie im vorigen Jahrgange unseres Jahrbuchs (s. S. 321) die Ueberschrift:

### Petroleum,

ohne uns dadurch abhalten zu lassen, auch Anderes, nicht streng unter dieselbe Gehörendes, mit in den Kreis unserer Betrachtung zu ziehen.

Ueber die Petroleumquellen in Rumänien hat der Berggeist einige interessante Notizen gebracht. Hiernach wird Petroleum in Rumänien sowohl in der Moldau als in der Walachei angetroffen; doch kömmt bis jetzt nur das walachische als Handelsartikel in Betracht. In der Walachei finden sich die ergiebigsten Quellen in Matiza, Colibasch, Serada, Chiojda, Plojeschti und Valelurga. Nach unlängst veröffentlichten amtlichen Angaben wurden im Jahre 1867 aus den walachischen Petroleumbrunnen im Ganzen 1,206,090 Wadra (= 15,120,000 preuß. Quart) rohes Petroleum gewonnen. Das Meiste hiervon wurde im Lande selbst verbraucht. Aus-

geführt wurden 540000 preuß. Quart rohes Petroleum. Die Petroleumpreise stellten sich im genannten Jahre wie folgt: 1. Rohes Steinöl von Plojeschti, loco Braila, pro Wadra (= 12 preuß. Quart) 4—5 Bukarester Piaster (= 12 bis 15 Sgr.); 2. Rohes Steinöl von Serada, loco Braila, pro Wadra 3—4 Bukarester Piaster (= 9 bis 12 Sgr.); 3. Destillirtes walachisches Petroleum, incl. Transportspesen, loco Braila, 6—10 Buk. Piaster (= 18—30 Sgr.). Die Petroleumraffinerien befinden sich nämlich in Braila; die Principalities Petroleum Refining Company-Limited von London ist die größte. Dieselbe liefert jährlich ungefähr 800 Tonnen bestes raffinirtes Oel, 400 Tonnen Maschinenöl und 350 Tonnen Benzin. Das rumänische Petroleum liefert weniger raffinirtes Oel als das pennsylvanische, soll aber reicher an Benzin sein, welche letztere Angabe wir jedoch nach Proben, die wir Gelegenheit hatten zu untersuchen, bezweifeln müssen. — Nach Eug. Lefevre lassen sich, wie zu erwarten war, durch Rectification der flüchtigsten Bestandtheile des Petroleums unter Anwendung von Kühlapparaten, welche in Kältemischungen stehen, Produkte gewinnen, welche bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig sind oder einen sehr niedrigen Siedepunkt haben. Lefevre erhielt z. B. durch Anwendung eines auf — 20° C. abgekühlten Schlangenrohres eine schon bei — 17° siedende, aus einem Gemenge von 65—70 Proc. Propylwasserstoff und 30—35 Proc. Butylwasserstoff (vergl. Jahrg. II dieses Jahrbuches S. 262) bestehende Flüssigkeit, deren spec. Gew. bei 25° C. = 0,613 war. Diese Flüssigkeit erzeugt bei ihrer Verdunstung, besonders beim Daraufblasen von Luft eine Kälte von — 25° bis — 30° C. Auch soll nach Lefevre der zwischen 80—90° C. siedende Theil der Petroleumnaphta leicht Schwefel auflösen. Bei sehr langsamem Abkühlen der siedend heiß mit Schwefel gesättigten Lösung scheiden sich zuerst vollkommen durchsichtige, prismatische Krystalle ab, die, sobald die Temperatur auf 60° C. gesunken ist, plötzlich undurchsichtig werden. Von diesem Momente an setzen sich dann sehr gut ausgebildete, durchsichtige Octaëder ab, genau so, wie man sie mit Schwefelkohlenstoff erhält.

Ueber die Zusammensetzung des brennbaren Gases, welches aus den Petroleumquellen in Amerika

entweicht, hat F. Fouqué Untersuchungen angestellt, nach welchen dieses Gas, wie zu vermuthen war, aus einem Gemenge von Kohlenwasserstoffen der Methylwasserstoff-Reihe ($C^nH^{2n} \times ^2$) besteht. Die Zusammensetzung des Gases von Pioneer-Run näherte sich sehr derjenigen des Propylwasserstoffs ($C^3H^8$), enthielt jedoch zugleich Butylwasserstoff und Sumpfgas (Methylwasserstoff). Die Gase von Fredonia und von Petrolia hatten nahezu die Zusammensetzung eines Gemenges von gleichen Theilen Sumpfgas und Aethylwasserstoff; die Gase von Roger's Gulch und Burning Springs dagegen enthielten kein anderes brennbares Gas als Sumpfgas. Alle diese Gase enthalten übrigens kleine Mengen von Kohlensäure- und Stickstoffgas, sind dagegen frei von Acetylen und von Kohlenwasserstoffen der Aethylenreihe ($C^nH^{2n}$), sowie von freiem Wasserstoff.

Von Zeit zu Zeit wiederholen sich die Berichte über das Nachlassen der Ergiebigkeit der amerikanischen Petroleumquellen. So sollen nach dem American Gas-Light-Journal die älteren Brunnen langsam und regelmäßig ärmer werden. Die alte Freedomquelle in Cattaragus County, New-York, 14 Fuß tief, lieferte ursprünglich viel Oel, als man aber einen zweiten Brunnen 18 Fuß entfernt anlegte, versiegten die beiden Quellen nach und nach ganz. Dasselbe ist an vielen Orten der Fall; von den Brunnen im Sandy Kanawha-, Monongahela-, Conemaugh-, Alleghany-, Beaver- und Muskingum-Thal wäre nicht ein einziger betriebsfähig geblieben, wenn man sie nicht von Zeit zu Zeit tiefer gesenkt hätte. Nur dadurch, daß man sie alle paar Jahre vertiefte, hat man den Zufluß des Oeles wieder erhalten. In der berühmten Oil City lassen die besten Brunnen nach und die ursprünglichen 500 Brunnen am Irawaddy in Indiana geben nicht einmal mehr 100,000 Gallons per Jahr. Beispiele von plötzlichem Versiegen kommen häufig in der Art vor, daß die Brunnen anfangen, Gas mit auszublasen und dann nach einem oder zwei Tagen trocken sind. Wo eine Quelle in Brand geräth, ist sie gewöhnlich für immer verloren. Bei der außerordentlichen Ausdehnung des Oelterrains, welches durch neue Bohrungen stets wieder seinen unerschöpflichen Reichthum beweist, wäre es jedoch voreilig, zu befürchten, daß, weil einzelne Brunnen versiegen, der Petroleumvorrath überhaupt bald zu Ende gehen werde.

Eine größere Arbeit über die physikalischen Eigenschaften verschiedener Petroleumsorten und Mineralöle mit besonderer Rücksicht auf deren Verwendbarkeit zur Kesselheizung hat im Auftrage und auf Kosten des Kaisers Napoleon III, H. Sainte-Claire Deville ausgeführt. Wir lassen in Nachstehendem die wesentlichsten Resultate dieser Arbeit folgen:

Deville untersuchte theils die Rohöle, theils Destillate derselben und widmete, in Rücksicht auf den praktischen Zweck seiner Arbeit, seine Aufmerksamkeit vorzugsweise folgenden Verhältnissen:

a. Er unterwarf jedes zu prüfende Mineralöl einer Destillation mit Bestimmung der Siedetemperatur der übergehenden Produkte, um über den Grad der Gefährlichkeit der Probeöle Aufschluß zu erlangen. Bekanntlich enthalten viele Mineralöle (Rohöle sowie Destillate) gasförmige oder flüchtige Bestandtheile, welche die Atmosphäre, in die sie diffundiren, oder mit welcher sie sich als Dämpfe mischen, explosiv machen können. Nach Deville ist die Gefährlichkeit der Mineralöle beim Transporte, bei der Aufbewahrung und Verwendung derselben um so größer, je mehr flüchtige, unter 120° Celsius siedende Substanzen sie enthalten. Bei Benutzung der Mineralöle zu Heizungs- sowie zu vielen anderen Zwecken müssen aber diese flüchtigen Stoffe entfernt werden, worauf wir schon im vorigen Jahrgang dieses Jahrbuches S. 335 aufmerksam gemacht haben.

b. Hat Deville das Ausdehnungsvermögen der verschiedenen Sorten von Petroleum, überhaupt von Mineralölen bestimmt und dabei auf einen Umstand aufmerksam gemacht, der vielleicht hin und wieder übersehen worden ist und dann zu Unglücksfällen Veranlassung geben konnte. Alle Mineralöle haben nämlich in hohem Grade die Fähigkeit, sich in höherer Temperatur auszudehnen. Werden daher die öl- und gasdichten Gebinde oder Flaschen bei einer verhältnißmäßig niedrigen Temperatur zu voll gefüllt, so daß kein genügender Leerraum für die stattfindende Ausdehnung bei steigender Temperatur gelassen ist, so werden die Gebinde zersprengt. Mittels des von Deville angegebenen Ausdehnungscoefficienten läßt sich leicht der Raum berechnen, welcher in jeder Tonne leer gelassen werden muß, damit die Flüssigkeit sich ungehindert bis

zu einer Temperatur von 50° C., welche sie nie oder doch nur selten erreichen wird, darin ausdehnen kann. (Bei den gewöhnlichen Petroleum-Barrels, welche durchschnittlich 250—270 Pfd. Mineralöle aufzunehmen vermögen, muß man so viel leeren Raum lassen, daß man noch wenigstens 10 Pfd. des Oels einfüllen könnte. H).

c. Ermittelte Deville die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Oele im rohen und destillirten Zustande, um damit einen Anhaltepunkt über ihren annähernden Werth als Brennstoff zu geben, wobei als Norm gilt, daß die bei der Verbrennung solcher Oele entwickelte Wärmemenge im Allgemeinen mit dem Wasserstoffgehalte derselben zu-, dagegen mit dem Sauerstoffgehalte abnimmt. Außerdem giebt die chemische Zusammensetzung Aufschluß über die Kategorie von Verbindungen, zu welcher das betreffende Oel zu rechnen ist.

d. Bestimmte Deville mittels besonderer Apparate und Methoden, welche er zum Theil genauer beschrieben hat, die sogenannte „Heizkraft" der verschiedenen Oele, d. h. die Anzahl von Wärmeeinheiten, welche ein Kilogramm des betreffenden Oels, bei seiner Verbrennung liefern kann. Er hat sich hierzu besonders des bereits im vorigen Jahrgange dieses Jahrbuches S. 336 kurz erwähnten Audouin'schen Apparates bedient, in welchem sich alle Mineralöle ohne Rauchbildung und ohne daß man nöthig hat, einen Ueberschuß von Luft zuzuführen, vollständig verbrennen lassen. Wir gedenken im nächsten Jahrgange eine genauere Beschreibung dieses interessanten Apparates folgen zu lassen. Betreffs verschiedener speciellen Angaben Deville's verweisen wir auf dessen Originalabhandlungen in den Comptes rendus Bd. 66 S. 442, Bd. 68 S. 349, S. 485 und S. 686, welche ins Deutsche übertragen, auch in Dinglers Journal Bd. 189 S. 50, Bd. 192 S. 204 und Bd. 193 S. 61 und S. 124 Aufnahme gefunden haben. Wir lassen dagegen in Nachstehendem die wesentlichsten Mittheilungen über die Eigenschaften und die Zusammensetzung der von Deville untersuchten Oele folgen:

1. Schweres Petroleum aus West-Virginien; als Maschinenschmieröl benutzt, kommt zu White-Oak in den unteren Etagen der Steinkohlenformation in ungefähr 135 Meter Teufe vor. Das Rohöl besitzt bei 0° ein spec. Gewicht

= 0,873, bei 50°,1 = 0,853 und einen Ausdehnungscoefficienten = 0,00072, eine Heizkraft = 10180 Wärmeeinheiten und liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 100°C. | 1,0 | Proc. Destillat |
| „ 140°C. | 1,3 | „ „ |
| „ 180°C. | 12,0 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 83,5 | 85,3 |
| Wasserstoff | 13,3 | 13,9 |
| Sauerstoff | 3,2 | 0,8 |
| | 100,0 | 100,0 |

Hiernach scheint dieses Oel hauptsächlich Bestandtheile aus der Aethylenreihe $C^nH^{2n}$ zu enthalten. Das destillirte Oel hatte bei 13°C. ein spec. Gew. = 0,819; der Destillationsrückstand bei 13°,3 ein spec. Gew. = 0,864.

2. Leichtes Petroleum aus West-Virginien; zur Leuchtöl-Fabrikation verwendet; kommt zu Burning Springs, in den oberen devonischen Sandsteinen in etwa 220 Meter Teufe vor. Das Rohöl besitzt bei 0° ein spec. Gew. = 0,8412; bei 50°1 = 0,8080. Ausdehnungscoefficient = 0,000839. Heizkraft = 10223 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 100°C. | 1,3 | Proc. Destillat |
| „ 120° | 4,3 | „ „ |
| „ 140° | 11,0 | „ „ |
| „ 160° | 17,7 | „ „ |
| „ 180° | 25,5 | „ „ |
| „ 200° | 28,5 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 84,3 | 84,0 |
| Wasserstoff . . . . | 11,1 | 14,4 |
| Sauerstoff . . . . | 1,6 | 1,6 |
| | 100,0 | 100,0 |

Auch dieses Oel enthält hauptsächlich Kohlenwasserstoffe der Aethylenreihe. Das destillirte Oel hatte bei 14°,2 ein spec. Gew. = 0,762; der Destillationsrückstand bei 14°,2 ein spee. Gew. = 0,860.

3. Leichtes Petroleum aus Pennsylvanien; in den Brenn- und Leuchtölfabriken am meisten verwendet; kommt

zu Oil-Creek in der dritten Sandsteinschicht der dortigen oberen Devonformation in einer Teufe von ungefähr 200 Meter vor, ist grünlich gefärbt, fluorescirend. Das Rohöl besitzt bei 0° ein spec. Gew. = 0,816; bei 50°1 ein spec. Gew. = 0,784. Ausdehnungscoefficient = 0,00084. Heizkraft = 9963 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 100°C. | 4,3 | Proc. Destillat |
| „ 120° | 10,7 | „ „ |
| „ 140° | 16,0 | „ „ |
| „ 160° | 23,7 | „ „ |
| „ 180° | 28,7 | „ „ |
| „ 200° | 31,0 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 82,0 | 85,1 |
| Wasserstoff . . . . | 14,8 | 14,3 |
| Sauerstoff . . . . | 3,2 | 0,6 |
| | 100,0 | 100,0 |

Hiernach würde dieses Oel ebenfalls aus Kohlenwasserstoffen der Aethylenreihe bestehen, entgegen der bisherigen Annahme, daß das pennsylvanische Petroleum vorzugsweise Glieder der Methylwasserstoffreihe (75 Proc. Kohlenstoff und 25 Proc. Wasserstoff) enthalte. Das destillirte Oel hatte bei 13°,6 ein spec. Gew. = 0,735; der Destillationsrückstand bei gleicher Temperatur ein spec. Gew. = 0,845.

4. Schweres Petroleum vom Ohio; findet wegen der Concurrenz der virginischen Oele nur noch wenig Verwendung; ist schwarz und zähflüssig. Das Rohöl besitzt bei 0° ein spec. Gew. = 0,887, bei 53° ein spec. Gew. = 0,853. Ausdehnungscoefficient = 0,000748. Heizkraft = 10993 Wärmeeinheiten. Destillirt bis 350°C. nur zum Theil über. Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | Unter 350° destillirtes Oel | Ueber 350° destillirtes Oel |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 84,2 | 85,4 | 86,7 |
| Wasserstoff | 13,1 | 14,0 | 12,2 |
| Sauerstoff | 2,7 | 0,6 | 1,1 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

5. Schweres Petroleum aus Pennsylvanien findet sich an den Ufern des Alleghany-Flusses, oberhalb der

Stadt Franklin in den hangenden Schichten des oberen Sandsteins der devonischen Formation, in etwa 200 Meter Teufe, wird als Schmieröl verwendet. Spec. Gew. des Rohöls bei 0° = 0,886; bei 50°,1 = 0,853. Ausdehnungscoefficient = 0,000721. Heizkraft = 10672 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | |
|---|---|
| bis 230° C. . . . . . . | beinahe nichts |
| „ 280° . . . . . . . . | 12,0 Proc. Destillat. |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 84,9 | 85,4 |
| Wasserstoff . . . . | 13,7 | 13,8 |
| Sauerstoff . . . . | 1,4 | 0,8 |
| | 100,0 | 100,0 |

6. **Amerikanisches, in Paris aus dem Handel bezogenes Petroleum** (ohne Zweifel aus Pennsylvanien;) ist schwarz fluorescirend. Spec. Gew. des Rohöls bei 0° = 0,820, bei 53°,3 = 0,784. Ausdehnungscoefficient = 0,000868. Specifische Wärme = 0,48. Heizkraft = 9771 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 100° | 2,8 | Proc. | Destillat |
| „ 120° | 5,3 | „ | „ |
| „ 140° | 12,0 | „ | „ |
| „ 160° | 19,8 | „ | „ |
| „ 180° | 25,4 | „ | „ |
| „ 200° | 30,3 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,4 | 84,2 |
| Wasserstoff . . . . | 14,7 | 14,5 |
| Sauerstoff . . . . | 1,9 | 1,3 |
| | 100,0 | 100,0 |

7. **Schweres Theeröl der Pariser Gasgesellschaft** (aus Steinkohlen gewonnen). Spec. Gew. bei 0° = 1,044; bei 51° = 1,007. Ausdehnungscoefficient = 0,000743. Heizkraft = 8916 Wärmeeinheiten. Liefert beim Erhitzen bis 200° C. nur 12,5 Proc. Destillat und besteht aus 82,0 Proc. Kohlenstoff, 7,6 Proc. Wasserstoff und 10,4 Proc. Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel.

8. Petroleum aus Parma, Gemeinde Salo, ist klar, sehr dünnflüssig, bernsteingelb und blau fluorescirend. Spec. Gew. des Rohöls bei 0° = 0,786; bei 51°1 = 0,747. Ausdehnungscoefficient = 0,00106. Spec. Wärme = 0,49. Latente Wärme bei der mittleren Destillationstemperatur (125—140° C.) = 115 Wärmeeinheiten. Heizkraft = 10121 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 100° | 1,1 | Proc. Destillat |
| „ 120° | 9,3 | „ „ |
| „ 140° | 33,3 | „ „ |
| „ 160° | 39,5 | „ „ |
| „ 180° | 60,5 | „ „ |
| „ 200° | 69,3 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 84,8 | 85,0 |
| Wasserstoff . . . . | 13,4 | 13,7 |
| Sauerstoff . . . . | 1,8 | 1,3 |
| | 100,0 | 100,0 |

9. Petroleum aus Java, Gemeinde Dandang-Ilo, District Timaacon, Residentschaft Rembang. Spec. Gew. des rohen Oeles bei 0° = 0,923; bei 53° = 0,888. Ausdehnungscoefficient = 0,000769. Heizkraft = 10831 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 100° | 1,0 | Proc. Destillat |
| „ 120° | 1,0 | „ „ |
| „ 180° | 7,7 | „ „ |
| „ 200° | 15,0 | „ „ |
| „ 220° | 22,3 | „ „ |
| „ 240° | 24,3 | „ „ |
| „ 250° | 28,3 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 87,1 | 86,2 |
| Wasserstoff . . . . | 12,0 | 12,2 |
| Sauerstoff . . . . | 0,9 | 1,6 |
| | 100,0 | 100,0 |

10. Petroleum aus Java, Gemeinde Tjibodas-Fanggah, District Madja, Residentschaft Cheribon. Spec. Gew. bei 0° = 0,827; bei 53° = 0,789. Ausdehnungscoefficient = 0,000923. Heizkraft = 9593 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 100° | 0,8 | Proc. | Destillat |
| „ 120° | 3,0 | „ | „ |
| „ 140° | 9,3 | „ | „ |
| „ 160° | 16,3 | „ | „ |
| „ 180° | 22,0 | „ | „ |
| „ 200° | 27,8 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 83,6 | 83,9 |
| Wasserstoff .... | 14,0 | 14,1 |
| Sauerstoff .... | 2,4 | 2,0 |
| | 100,0 | 100,0 |

11. **Petroleum aus Java**, Gemeinde Gogor, District **Kendong**, Residentschaft Sarabaya. Spec. Gew. bei 0° = 0,972; bei 53° = 0,945. Ausdehnungscoefficient = 0,000652. Heizkraft = 10183 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 220° | 2,3 | Proc. | Destillat |
| „ 240° | 4,0 | „ | „ |
| „ 260° | 9,0 | „ | „ |
| „ 280° | 17,7 | „ | „ |
| „ 300° | 28,3 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 86,0 | 86,1 |
| Wasserstoff .... | 11,2 | 12,2 |
| Sauerstoff .... | 2,8 | 1,7 |
| | 100,0 | 109,0 |

12. **Oel von Bechelbronn im Elsaß.** Destillationsprodukt. Spec. Gew. bei 0° = 0,912; bei 51° = 0,879. Ausdehnungscoefficient = 0,000767. Heizkraft = 9708 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Rectification

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 200° | 4,1 | Proc. | Destillat |
| „ 220° | 8,3 | „ | „ |
| „ 240° | 13,3 | „ | „ |
| „ 264° | 25,0 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohprodukt | Rectificirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 86,9 | 86,1 |
| Wasserstoff .... | 11,8 | 13,0 |
| Sauerstoff .... | 1,3 | 0,9 |
| | 100,0 | 100,0 |

13. Petroleum von Bechelbronn, im natürlichen Zustande. Spec. Gew. bei 0° = 0,968; bei 50°,6 = 0,935. Ausdehnungscoefficient = 0,000697. Heizkraft = 10030 Wärmeeinheiten; giebt bis 280° C. kein Destillat, besteht aus 85,6 Proc. Kohlenstoff, 9,6 Proc. Wasserstoff, 0,25 Proc. Stickstoff, 0,05 Proc. Asche und 4,5 Proc. Sauerstoff.

14. Petroleum von Bechelbronn. Andere Sorte, zähflüssig. Spec. Gew. bei 0° = 0,892; bei 50° = 0,857. Ausdehnungscoefficient = 0,000793. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 170° | 5,3 | Proc. | Destillat |
| „ 190° | 10,3 | „ | „ |
| „ 210° | 20,7 | „ | „ |
| „ 230° | 30,7 | „ | „ |
| „ 250° | 37,3 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 85,7 | 84,5 |
| Wasserstoff . . . . | 12,0 | 12,6 |
| Sauerstoff . . . . | 2,3 | 2,9 |
| | 100,0 | 100,0 |

15. Petroleum von Schwabweiler (Departement des Niederrheins). Spec. Gew. bei 0° = 0,861; bei 50° = 0,828. Ausdehnungscoefficient = 0,000858. Heizkraft = 10458 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 170° | 7,7 | Proc. | Destillat |
| „ 190° | 12,0 | „ | „ |
| „ 210° | 17,3 | „ | „ |
| „ 230° | 23,0 | „ | „ |
| „ 250° | 28,7 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 86,2 | 84,3 |
| Wasserstoff . . . . | 13,3 | 13,6 |
| Sauerstoff . . . . | 0,5 | 2,1 |
| | 100,0 | 100,0 |

16. Petroleum von Schwabweiler. Andere Sorte, aus bituminösem Sande gewonnen. Zeigt bläuliche Fluorescenz. Spec. Gew. bei 0° = 0,829; bei 51°,8 = 0,795. Ausdehnungscoefficient = 0,000843. Liefert bei der Destillation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bis | 160° | 5,6 | Proc. | Destillat |
| " | 180° | 14,6 | " | " |
| " | 200° | 22,0 | " | " |
| " | 220° | 34,3 | " | " |
| " | 240° | 39,3 | " | " |
| " | 250° | 42,7 | " | " |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 79,5 | 85,5 |
| Wasserstoff .... | 13,6 | 14,2 |
| Sauerstoff .... | 6,9 | 0,3 |
| | 100,0 | 100,0 |

17. Petroleum von Gabiau (Departement Herault), zähflüssig, schwarz. Spec. Gew. bei 0° = 0,894; bei 50° = 0,731. Ausdehnungscoefficient = 0,000687. Liefert bis 300° C., erhitzt nur 14 Proc. Destillat.

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 86,1 | 86,5 |
| Wasserstoff .... | 12,7 | 12,4 |
| Sauerstoff .... | 1,2 | 1,1 |
| | 100,0 | 100,0 |

18. Petroleum von Edessen (Provinz Hannover), an der Erdoberfläche gesammelt. Schwarz, etwas zähflüssig. Spec. Gew. bei 0° = 0,892; bei 48°,2 = 0,860. Ausdehnungscoefficient = 0,000772. Liefert bei der Destillation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bis | 100° | 0,5 | Proc. | Destillat |
| " | 120° | 2,7 | " | " |
| " | 140° | 5,0 | " | " |
| " | 200° | 11,0 | " | " |
| " | 220° | 14,0 | " | " |
| " | 250° | 19,0 | " | " |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 80,4 | 83,2 |
| Wasserstoff .... | 12,7 | 13,6 |
| Sauerstoff .... | 6,9 | 3,2 |
| | 100,0 | 100,0 |

19. Petroleum von Wietze in Hannover, in 50 Meter Teufe geschöpft; schwarz, ziemlich zähflüssig und klebrig,

fließt sehr langsam aus, spec. Gew. bei 0° = 0,955; bei 50°,6 = 0,925. Ausdehnungscoefficient = 0,000641. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 250° | 5,4 | Proc. | Destillat |
| „ 270° | 7,8 | „ | „ |
| „ 300 | 16,3 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 86,2 | 84,3 |
| Wasserstoff .... | 11,4 | 12,5 |
| Sauerstoff .... | 2,4 | 3,2 |
| | 100,0 | 100,0 |

20. **Petroleum von Oberg in Hannover**, in 12 Meter Teufe, dichroitisch, etwas zähflüssig und klebrig. Spec. Gew. bei 0° = 0,944; bei 48°,2 = 0,915. Ausdehnungscoefficient = 0,000662. Liefert bei der Destillation bis 200°C. nur 8,6 Proc. Destillat. Die chemische Analyse ergab;

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 84,4 | 84,1 |
| Wasserstoff .... | 11,5 | 13,0 |
| Sauerstoff .... | 4,1 | 2,9 |
| | 100,0 | 100,0 |

21. **Petroleum aus Ostgalizien.** Spec. Gew. bei 0° = 0,870; bei 50° = 0,836. Ausdehnungscoefficient = 0,000813. Heizkraft = 10005 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 100° | 2,1 | Proc. | Destillat |
| „ 120° | 4,6 | „ | „ |
| „ 140° | 8,7 | „ | „ |
| „ 160° | 13,7 | „ | „ |
| „ 180° | 14,3 | „ | „ |
| „ 200° | 21,7 | „ | „ |
| „ 220° | 25,3 | „ | „ |
| „ 250° | 32,3 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 82,2 | 80,5 |
| Wasserstoff .... | 12,1 | 13,6 |
| Sauerstoff .... | 5,7 | 5,9 |
| | 100,0 | 100,0 |

22. **Petroleum aus Westgalizien.** Spec. Gew.

bei 0° = 0,885; bei 50° = 0,852. Ausdehnungscoefficient = 0,000775. Heizkraft = 10231 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bis | 100° | 1 | Proc. | Destillat |
| „ | 120° | 4 | „ | „ |
| „ | 140° | 9,8 | „ | „ |
| „ | 160° | 14,3 | „ | „ |
| „ | 180° | 23,3 | „ | „ |
| „ | 200° | 27,0 | „ | „ |
| „ | 220° | 30,7 | „ | „ |
| „ | 250° | 36,7 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 85,3 | 83,8 |
| Wasserstoff .... | 12,6 | 12,9 |
| Sauerstoff .... | 2,1 | 3,3 |
| | 100,0 | 100,0 |

23. **Petroleum aus Circassien.** Dick, hart, wenig klebrig. Spec. Gew. bei 20° = 0,9405; bei 58° = 0,904. Ausdehnungscoefficient = 0,000696. Liefert bei der Destillation bis 280° C. bis 21,3 Proc. Destillat. Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 85,3 | 83,1 |
| Wasserstoff .... | 11,6 | 12,8 |
| Sauerstoff .... | 3,1 | 4,1 |
| | 100,0 | 100,0 |

24. **Petroleum aus Circassien.** Schwarz und ziemlich flüssig. Spec. Gew. bei 0° = 0,887; bei 58° = 0,850. Ausdehnungscoefficient = 0,000750. Liefert bei der Destillation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bis | 100° | 3,3 | Proc. | Destillat |
| „ | 120° | 8,7 | „ | „ |
| „ | 140° | 15,7 | „ | „ |
| „ | 160° | 19,3 | „ | „ |
| „ | 180° | 24,0 | „ | „ |
| „ | 200° | 27,7 | „ | „ |
| „ | 220° | 32,7 | „ | „ |
| „ | 250° | 34,7 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 82,6 | 82,7 |
| Wasserstoff . . . . | 11,8 | 12,8 |
| Sauerstoff . . . . | 5,6 | 4,5 |
| | 100,0 | 100,0 |

31. Petroleum von Grand-Manitulin in West-Canada, aus 120 Meter Teufe. Spec. Gew. bei 0° = 0,828; bei 51°,8 = 0,801. Ausdehnungscoefficient = 0,000883. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 160° | 6,0 | Proc. | Destillat |
| „ 180° | 14,7 | „ | „ |
| „ 200° | 19,7 | „ | „ |
| „ 220° | 28,1 | „ | „ |
| „ 240° | 35,8 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,0 | 83,3 |
| Wasserstoff . . . . | 14,6 | 16,1 |
| Sauerstoff . . . . | 2,4 | 0,6 |
| | 100,0 | 100,0 |

32. Petroleum von Bothwell in West-Canada, aus 185 Meter Teufe. Spec. Gew. bei 0° = 0,857; bei 50° = 0,838. Ausdehnungscoefficient = 0,000868. Liefert bei der Destillation unter Entwicklung eines höchst widrigen Geruches

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 150° | 10,4 | Proc. | Destillat |
| „ 170° | 14,0 | „ | „ |
| „ 190° | 19,2 | „ | „ |
| „ 210° | 19,6 | „ | „ |
| „ 230° | 21,6 | „ | „ |
| „ 250° | 32,0 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 84,3 | 85,3 |
| Wasserstoff . . . . | 13,4 | 14,2 |
| Sauerstoff . . . . | 2,3 | 0,5 |
| | 100,0 | 100,0 |

33. Petroleum von Petrolia in West-Canada. Aus 169 Meter Teufe. Spec. Gew. bei 0° = 0,870; bei 50° = 0,851. Ausdehnungscoefficient = 0,000836. Liefert bei der Destillation

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis 125° | 0,0 | Proc. | Destillat |
| „ 150° | 15,0 | „ | „ |
| „ 170° | 15,7 | „ | „ |
| „ 190° | 22,9 | „ | „ |
| „ 210° | 27,1 | „ | „ |
| „ 230° | 32,1 | „ | „ |
| „ 250° | 37,1 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 84,5 | 79,4 |
| Wasserstoff . . . . | 13,5 | 14,1 |
| Sauerstoff . . . . | 2,0 | 6,5 |
| | 100,0 | 100,0 |

34. **Petroleum aus West=Canada** (andere Sorte). Spec. Gew. bei 0° = 0,844; bei 51°,8 = 0,815. Ausdehnungscoefficient = 0,001. Liefert bei der Destillation bis 250° C. nur 28,2 Proc. Destillat.

Dei chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 82,7 | 85,2 |
| Wasserstoff . . . . | 13,5 | 14,1 |
| Sauerstoff . . . . | 3,8 | 0,7 |
| | 100,0 | 100,0 |

35. **Petroleum von Guthrie Wall=Brunnen zu Roger's Gulch in West=Virginien** aus 495 Fuß Teufe. Ein im Verhältniß zu den übrigen Oelen jenes Staates, welche sämmtlich ein bedeutendes spec. Gew. besitzen, leichtes Oel (vgl. oben Nr. 1 und Nr. 2 auf S. 385). Spec Gew. bei 0° = 0,857; bei 50°,8 = 0,824. Ausdehnungscoefficient = 0,000788. Verhält sich bei der Destillation ähnlich wie Nr. 2 und liefert bis 250°C. erhitzt 30,7 Proc. Destillat.

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,2 | 81,9 |
| Wasserstoff . . . . | 13,2 | 13,8 |
| Sauerstoff . . . . | 3,6 | 4,3 |
| | 100,0 | 100,0 |

36. **Petroleum aus dem Oelbrunnen Mecook Wall zu Roger's Gulch in West=Virginien** aus 320 Fuß Teufe. Schwer, wird als Schmieröl benutzt, ist grünlich

gefärbt. Spec. Gew. bei 0° = 0,897; bei 50°,8 = 0,866. Ausdehnungscoefficient = 0,000704. Liefert bis 250°C., erhitzt nur 8,9 Proc. Destillat.

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,6 | 84,0 |
| Wasserstoff . . . . | 12,9 | 12,3 |
| Sauerstoff . . . . | 3,5 | 3,7 |
| | 100,0 | 100,0 |

37. Petroleum von Rangun in Birma (Hinterindien). Spec. Gew. bei 28°,2 = 0,875; bei 60° = 0,855. Ausdehnungscoefficient = 0,000774. Liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 130° | 4,3 | Proc. Destillat. |
| „ 150° | 5,3 | „ „ |
| „ 190° | 6,0 | „ „ |
| „ 230° | 8,7 | „ „ |
| „ 250° | 13,3 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,8 | 80,9 |
| Wasserstoff . . . . | 12,7 | 13,9 |
| Sauerstoff . . . . | 3,5 | 5,2 |
| | 100,0 | 100,0 |

38. Chinesisches Petroleum von Foo-choo-Foo, über Hongkong in den Handel kommend. Beim Gefrierpunkte erstarrend; dünnflüssig, wenig gefärbt, fluorescirend. Spec. Gew. bei 0° = 0,860; bei 55° = 0,822. Ausdehnungscoefficient = 0,000824. Liefert bei der Destillation

| | | |
|---|---|---|
| bis 150° | 1,6 | Proc. Destillat |
| „ 170° | 12,4 | „ „ |
| „ 190° | 28,0 | „ „ |
| „ 210° | 41,6 | „ „ |
| „ 230° | 51,6 | „ „ |
| „ 250° | 60,8 | „ „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,5 | 83,8 |
| Wasserstoff . . . . | 12,9 | 12,9 |
| Sauerstoff . . . . | 3,6 | 3,3 |
| | 100,0 | 100,0 |

29. Rohes Schieferöl von Bagnas (Ardèche-Departement). Spec. Gew. bei 0° = 0,911; bei 50° = 0,874. Ausdehnungscoefficient = 0,000896. Heizkraft = 9046 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bis | 170° | 4,0 | Proc. | Destillat |
| „ | 190° | 7,7 | „ | „ |
| „ | 210° | 20,0 | „ | „ |
| „ | 230° | 28,3 | „ | „ |
| „ | 250° | 42,0 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . . | 80,3 | 82,3 |
| Wasserstoff . . . . . . . | 11,5 | 11,5 |
| Sauerstoff m. viel Stickst. | 8,2 | 6,2 |
| | 100,0 | 100,0 |

40. Schieferöl von Autun (Aus dem Werke von de Champeaux, Bazin und Rodary im Ruet). Spec. Gew. bei 0° = 0,870; bei 60° = 0,829. Ausdehnungscoefficient = 0,000859. Heizkraft = 9950 Wärmeeinheiten. Liefert bei der Destillation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bis | 100° | 4,0 | Proc. | Destillat |
| „ | 120° | 6,7 | „ | „ |
| „ | 140° | 12,7 | „ | „ |
| „ | 160° | 17,3 | „ | „ |
| „ | 180° | 24,7 | „ | „ |
| „ | 200° | 31,0 | „ | „ |
| „ | 220° | 38,0 | „ | „ |
| „ | 240° | 44,7 | „ | „ |

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . . . | 79,7 | 77,2 |
| Wasserstoff . . . . . . . | 11,8 | 12,2 |
| Sauerstoff m. viel Stickst. | 8,5 | 10,6 |
| | 100,0 | 100,0 |

41. Schweres Kienöl. Zähflüssig, farblos, fluorescirend. Spec. Gew. bei 0° = 0,985; bei 50°,6 = 0,952. Ausdehnungscoefficient = 0,000685. Heizkraft = 10081 Wärmeeinheiten. Destillirt erst bei einer Temperatur über 300° C.

Die chemische Analyse ergab:

| | Rohöl | destillirtes Oel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff .... | 87,1 | 84,8 |
| Wasserstoff .... | 10,4 | 10,5 |
| Sauerstoff .... | 2,5 | 4,7 |
| | 100,0 | 100,0 |

Ueber den Einfluß des Lichtes auf Mineralöle hat Director Grotowsky interessante und für die Praxis höchst wichtige Mittheilungen gemacht. Nach Grotowsky haben nämlich die Mineralöle die Eigenschaft, sich unter dem Einfluß des Lichtes mit Sauerstoff der Luft zu beladen und diesen in Ozon umzuwandeln, ohne sich gerade chemisch damit zu verbinden, indem sie das Ozon leicht wieder auf andere Körper übertragen. Selbst in gut verschlossenen, mit Mineralöl gefüllten Glasballons wird durch Einwirkung des Lichtes die mitenthaltene Luft ozonisirt. Bei Verschiedenheit der Farbe des Glases ist die Einwirkung des Lichtes auch eine verschiedene und hat Grotowsky bei seinen drei Monate andauernden Beobachtungen Folgendes gefunden:

1. Photogen und Solaröl, in eisernen Bassins oder Barrels (Fässern) gelagert, blieben frei von Ozon und brannten tadellos. Farbe der Oele unverändert.

2. Photogen und Solaröl, in weißen Ballons (Korbflaschen von sehr hellem Glas) mit Stroh verwickelt aufbewahrt, zeigten Spuren von Ozon, die Oele brannten aber noch gut. Die Farbe des Oeles, sowie der Korkspunde war wenig verändert.

3. Photogen und Solaröl in schwarz angestrichenen hellen Ballons zeigten Spuren von Ozon. Die Oele waren in der Farbe noch weniger verändert, als bei Probe 2. Die Korkspunde waren nicht gebleicht.

4. Solaröl und Photogen in unverwickelten hellglasigen Ballons im Freien aufbewahrt, zeigt sich sehr stark ozonhaltig, brennt ganz schlecht. Der Docht verkohlt und die Flamme verlischt nach 6—8 stündigem Brennen fast ganz. Das Solaröl ist in Farbe kräftig gelb geworden und zeigte eine Zunahme von 0,003 im spec. Gew.

5. Solaröl in Ballons von grünem Glase unverwickelt dem Lichte ausgesetzt, ist nach 3 Monaten stark ozonhaltig,

brennt aber noch ganz gut, obwohl der Docht verkohlt. Die Farbe des Oels ist sehr wenig verändert.

6. Solaröl in grünglasigen Ballons, die schwarz angestrichen, ist ozonhaltig geworden, brennt aber gut.

7. Solaröl in grünen Ballons mit Stroh verwickelt, zeigt Spuren von Ozon, brennt jedoch tadellos. Die Farbe des Oeles ist schwach gelblich geworden.

8. Amerikanisches Petroleum in hellglasigen Ballons, unverwickelt dem Lichte ausgesetzt, ist äußerst ozonhaltig geworden und brennt fast gar nicht. In Farbe ist das Oel stark verändert — kräftig gelb gegen weißblau — das spec. Gew. hat sich um 0,005 erhöht.

9. Amerikanisches Petroleum im dunkeln Raume oder zerstreuten Tageslicht aufbewahrt ist ozonfrei und im Brennen gut geblieben.

Bei den ozonhaltig gewordenen Oelen war der Geruch ein vollständig veränderter geworden und die Korkspunde wie durch Chlor gebleicht, während bei den Oelen, welche nur Spuren von Ozon halten, die Korke unverändert geblieben sind.

In neuester Zeit hat man das raffinirte Petroleum zu einigen speciellen Anwendungen empfohlen. Humphrey empfiehlt dasselbe anstatt Schwefelkohlenstoff zum Vulkanisiren des Kautschuks, doch soll es zu diesem Zwecke nochmals auf folgende Weise gereinigt und entwässert werden: Man soll zunächst das raffinirte Petroleum des Handels mit 10 Proc. concentrirter Schwefelsäure kräftig durcheinandermischen, hierauf absetzen lassen, das Oel von der Schwefelsäure abziehen und zu je einem Hectoliter davon 200 bis 250 Gramme gepulverten Aetzkalk nebst etwas Braunstein einrühren. Das so gereinigte Oel wird abgegossen und nochmals destillirt. — L. Bechstein empfiehlt das raffinirte Petroleum als Hilfsmittel in der Metall-Dreherei, besonders beim Drehen fast glasharter Metalle, welche sonst selbst den besten Drehstahl rasch stumpf machen. Wenn man nach Bechstein den Drehstahl beständig mit Petroleum benetzt, so lassen sich die härtesten Metalle rasch und gut abdrehen.

Zur Aufbewahrung der Mineralöle, namentlich des Petroleums, empfiehlt Dr. M. Zängerle die Lagerung der mit diesen Produkten gefüllten Barrels oder Fässer unter

Wasser und hat zu diesem Behufe eine einfache Vorrichtung construirt. So einleuchtend dieser im Prinzip übrigens nicht neue Vorschlag erscheint, so werden Diejenigen, welche demselben folgen, bald genug die Erfahrung machen, daß sich die Aufbewahrung der Mineralöle in den üblichen Barrels unter Wasser, in den meisten Fällen als ganz unzweckmäßig erweist. Bei den gut gearbeiteten amerikanischen Barrels werfen sich nämlich beim Liegen im Wasser in kurzer Zeit die Böden vieler Fässer, in Folge des Aufquellens des Holzes derart, daß Undichtheiten entstehen und der specifisch leichtere Inhalt des Fasses durch das eindringende specifisch schwerere Wasser verdrängt wird. Es sammelt sich dann in solchen Fällen bei längerem Lagern viel Wasser statt Oel im Fasse, während das Oel auf der Oberfläche des Wassers fortschwimmt. Ganz besonders gegen die Lagerung im Wasser spricht aber folgender Umstand. In Amerika werden die Fässer, die mit guter raffinirter Waare gefüllt werden sollen, inwendig mit einer Leimschicht überzogen, die unter starkem Druck gleichsam auf die innere Wandung des Fasses gepreßt wird, und in Folge dessen alle Fugen, Poren, Wurmlöcher und schadhaften Stellen ausfüllt. Diese Leimschicht wird vollständig getrocknet und dann erst füllt man die Fässer. Solche Fässer halten im Verhältniß sehr dicht und bei gut geleimten Fässern ist in der That der Verlust durch Vrdunstung und Durchsickern nicht sehr bedeutend. Werden aber solche Fässer in Wasser gelegt, so sickert das Wasser allmälig durch das Holz, weicht den Leim auf und öffnet dadurch die vorhandenen undichten Stellen, Wurmlöcher und dergl. Ist das Wasser kühl, so wird man zwar so lange die Fässer im Wasser liegen, wenig oder nur bei einzelnen Fässern den eben erwähnten nachtheiligen Einfluß des Wassers bemerken. Werden dagegen solche Fässer zum Behufe des Transportes aus dem Wasser genommen, so schmilzt besonders bei wärmerer Temperatur und wenn das Faß der Sonnenwärme ausgesetzt ist, der erweichte Leim inwendig und plötzlich öffnen sich an den verschiedensten Stellen Fugen und kleine Löcher, aus denen dann der Inhalt ungehindert herausquillt. Diese Mittheilungen beruhen auf eigenen Erfahrungen und eine bereits sechsjährige Praxis hat Schreiber dieses gelehrt, daß, wenn es sich darum handelt, ein größeres Lager von Fässern mit Mineralölen und Petroleumprodukten in möglichst gutem Zustande

zu erhalten und sich vor Verlusten, die durch Verdunstung und Ausschwitzung der Oele entstehen, zu schützen, es kein besseres und sichereres Mittel giebt, als die schon vor mehreren Jahren von Schreiber dieses (Hirzel) empfohlene Einlegung der Fässer in den Erdboden. Ein sehr nasser Erdboden, oder ein solcher, in welchen z. B. bei hohem Wasserstande von unten Wasser empordringt und die Fässer berührt, ist jedoch in ähnlicher Weise nachtheilig, wie die Lagerung im Wasser. Am besten eignet sich ein lockeres Erdreich ohne Grundwasser, wobei Regenwetter mit seiner vorübergehenden Wirkung keinen Schaden bringt.

In jüngster Zeit wurde in verschiedenen Zeitschriften mitgetheilt, daß man jetzt anfange, die Fässer anstatt mit einer Schicht von reinem Leim, inwendig, mit einer Schicht einer Mischung von Leim und Syrup (wie zu Druckwalzen) zu überziehen. Es ist sehr zu wünschen, daß dies nicht geschieht, indem eine solche Schicht weit weniger der von außen einwirkenden Feuchtigkeit (die unter Umständen, wie wir oben gesehen haben, ebenso störend werden kann, wie zu große Trockenheit) zu widerstehen vermöchte, als der zur glasharten Schicht ausgetrocknete Leimüberzug.

Ueber andere bemerkenswerthe Fortschritte in dem Gebiete der organischen Chemie werden wir im nächsten Jahrgange Bericht erstatten.

---

# Nekrolog

## für das Jahr 1868.

**Karl Joseph Napoleon Balling**, Professor der Chemie am Prager Polytechnicum, geb. 21. April 1805 zu Gabrielshütte, Domin. Rothenhaus in Böhmen, starb 16. März 1868. Sein Hauptwerk ist „Die Gährungschemie", 3. Auflage, Prag 1845, 4 Bde.; viele Arbeiten finden sich in Zeitschriften, besonders in der erst von Heßler und dann von Balling selbst redigirten Encyklopäd. Zeitschr. d. Gewerbewesens.

**Johann Georg Böhm**, Astronom und Meteorolog, geb. 28. März 1807 zu Rozdialowitz im böhm. Bezirk Liban, studirte in Prag, wurde dann Assistent an der Sternwarte in Wien und später an dem Observatorinm auf dem Blocksberge bei Ofen; hierauf Professor der Mathematik an der Universität Salzburg und seit 1839 in Innsbruck. Von hier wurde er 1852 als Kreil's Nachfolger als Director an die Prager Sternwarte berufen und ihm zugleich die Professur der Astronomie an der Universität übertragen. — Sein Hauptwerk sind seine „Ballistischen Versuche", welche auch ins Französische übertragen wurden; die Ergebnisse des von Kreil begründeten meteorologisch-magnetischen Beobachtungssystemes wurden von ihm in den „Magnetischen und meteorologischen Beobachtungen a. d. k. k. Sternwarte zu Prag" veröffentlicht. Außerdem existiren noch von ihm verschiedene Monographien astronomischen und meteorologischen Inhalts. Er starb 26. Jan. 1868.

**Jacques Boucher de Crèvecoeur de Perthes**, gewöhnlich Boucher de Perthes genannt, als Archäolog berühmt, wurde 10. November 1788 zu Rethel geboren. Sprößling einer alten Familie und mit Glücksgütern reich ausgestattet, widmete er sich mit Eifer den Wissenschaften und Künsten, vorzugsweise aber war er auf Anlage reicher Sammlungen bedacht. Er sprach zuerst (1838 in seinem Buche De la création) die Ansicht aus, daß man über kurz oder lang im Diluvium, wenn nicht menschliche Gebeine, so doch andere

Spuren antediluvialer Menschen finden werde. Seinem Eifer glückte es auch, in den Steinbrüchen des Sommethales in der Nähe von Amiens zahlreiche Kunstproducte, aus Feuerstein gearbeitete Beile, Lanzen- und Pfeilspitzen 2c. aufzufinden, die er in seinen Antiquités celtiques et antidiluviennes (2 Bde. 1847 und 57) beschrieben hat. Anfangs wurden diese Entdeckungen verlacht, später aber überzeugte man sich von der Richtigkeit derselben und heutigen Tages steht es fest, daß lange vor der historischen Zeit Menschen zusammen mit ausgestorbenen Thieren, Mammuth, Höhlenbären und Höhlenlöwen 2c. gelebt haben Durch diese und spätere Entdeckungen, z. B. diejenige eines fossilen Menschenkiefers im Steinbruche von Moulin-Quignon bei Abbeville, wurde Boucher der Gründer einer neuen Wissenschaft, der Archäogeologie oder Urgeschichte der Menschheit, die namentlich von Carl Vogt u. A. weiter ausgebildet worden ist. Boucher de Perthes starb 5. August 1868 zu Abbeville; seine Sammlungen befinden sich größtentheils im Mussée gallo-romain zu Saint Germain en Laye.

**Jean Baptiste Brasseur**, Prof. der Mathematik an der Universität zu Lüttich, starb daselbst am 13. Mai. Er war geboren 24. Juni 1802 zu Esch-sur-l'Alzette und wurde 1829 Correspondent, 1847 Mitglied der belgischen Akademie der Wissenschaften. Seine Hauptarbeiten gehören in das Gebiet der descriptiven und der neuern Geometrie.

**Sir David Brewster**, einer der bedeutendsten Naturforscher Großbritanniens, wurde 11. December 1781 zu Jedburgh in Schottland geboren und studirte anfangs in Edinburgh Theologie, wandte sich aber dann physikalischen Studien zu. 1801 untersuchte er nach dem Vorgange Newtons und Grimaldis die Beugungserscheinungen, später wurden seine Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes epochemachend. Dem größeren Publikum ist Brewster als Erfinder des Kaleidoskopes und der üblichen Form des Stereoskopes bekannt geworden. Sein wissenschaftliches Hauptwerk ist der Treatise on Optics. Neben diesem Werke und zahlreichen akademischen Arbeiten sind noch seine Biographien von Newton, Euler, Robinson, Galilei, Tycho Brahe und Kepler, sowie verschiedene populäre Schriften, wie die Lettres on natural magic (1824), More worlds than one (1853), in welchem Schriftchen er Whewell (On the plurality of Worlds) gegenüber die Mehrheit der bewohnten Welten als einen „Glaubenssatz des Philosophen und die Hoffnung der Christen" vertheidigte, u. a. zu erwähnen. Von 1819 an leitete er mit Jameson das Edinburgh philosophical Journal und später gründete er das Edinburgh Journal of Science, von dem 26 Bände erschienen sind. Brewster war seit 1808 Mitglied der königl. Gesellschaft in Edinburgh, deren Secretär und Vicepräsident er später wurde; 1838 wurde er Principal der vereinigten Collegien Saint Salvador, Saint Leonhard und Saint Andrews und 1859 Principal der Universität Edinburgh. Im Jahre 1831 gab er durch Veranstaltung der wissenschaftlichen Zusammenkunft in York Veranlassung zur Begründung der British Association for the Ad-

vancement of Sience, die ihre Sitzung jedes Jahr in einer andern größern Stadt Britanniens hält. Vielfach waren die Anerkennungen, die ihm zu theil wurden; 1834 ertheilte ihm Wilhelm IV. die Ritterwürde, 1849 wurde er an Berzelius', Stelle zu einem der acht auswärtigen Mitglieder der Pariser Akademie ernannt; die britische Regierung setzte ihm 300 Pfd. Pension aus. Brewster starb 10. Februar 1868 zu Allerly House bei Melrose.

**Henry Brougham, Lord Brougham und Vaux**, der berühmte englische Staatsmann, ist hier als tüchtiger Mathematiker zu erwähnen. Brougham wurde 19. Septbr. 1778 in Edinburgh als Sohn eines begüterten Landedelmannes geboren, studirte seit 1794 auf der dortigen Universität, wurde 1799 in die Edinburgher Advocatengesellschaft aufgenommen, machte 1799—1800 eine größere Reise durch Nordeuropa und ließ sich dann erst in Edinburgh, seit 1806 aber in London als Advocat nieder. 1810—12 und 1816—40 saß er im Unterhaus. 1820 spielte er eine hervorragende Rolle in dem Processe gegen die Königin Karoline, deren Rechtsbeistand er war. 1830—34 war er Lordkanzler. Seit der Entlassung des Ministeriums Melbourne, 1834, ohne Staatsamt, entwickelte B. noch ein Menschenalter hindurch eine staunenswerth vielseitige Thätigkeit als Schriftsteller, Oberhausmitglied und socialer Reformer. Namentlich machte er sich um Hebung der arbeitenden Classe durch Gründung von Handwerkervereinen verdient. 1857 stiftete er die National Association for the Promotion of Social Science. Seit dem Herbste 1866 zog er sich ganz auf sein Landhaus bei Cannes zurück, wo er 7. Mai 1868 starb. — Schon frühzeitig wandte sich B. mathematisch-physikalischen Studien zu. 1796 übersandte er der Royal-Society in London eine Abhandlung über Brechung und Reflexion des Lichtes, die in den Transactions derselben abgedruckt ist; eine zweite Arbeit über denselben Gegenstand folgte ein Jahr später. Lebhafte Discussionen erregte seine Schrift: On general theorems, chiefly porisms, in higher Geometry (1798). An die ersten Jugendarbeiten knüpften sich später im Greisenalter die Experiments and Observations on the Properties of Light (1850); 1855 erschien der Analytical View of Newtons Principia und 1860 die Sammlung seiner sämmtlichen mathematisch-physikalischen Arbeiten: Tracts mathematical and physical.

**Karl Ferdinand Busse**, Geh. Oberbaurath und Director der Bauakademie in Berlin, starb daselbst 5. April.

**Coulvier-Gravier**, ein durch seine Sternschnuppenbeobachtungen bekannter Franzose, geboren 26. Februar 1802 zu Reims, war anfangs Landwirth und Lohnfuhrmann. Vielfacher Aufenthalt im Freien erweckte seine Vorliebe für astronomische Beobachtung und mehrere Jahre lang beobachtete er von einer in der Nähe von Reims gelegenen alten römischen Ruine aus Sternschnuppen und Feuerkugeln. Um das Jahr 1840 kam er nach Paris und theilte Dieser seine Beobachtungen über die Periodicität der Meteore mit. Arago bestärkte ihn in diesen Arbeiten und nach einiger Zeit ließ er sich ganz in

Paris nieder, wo ein mit guten Einkünften ausgestattetes Observatorium auf dem Palaste Luxemburg für ihn eingerichtet wurde. Seine Beobachtungen sind theils in den Comptes rendus der Pariser Akademie, theils in eigenen Schriften niedergelegt. In der letzten Zeit wurde er durch seinen Schwager, Chapelas-Gravier, unterstützt, der seine Arbeiten fortsetzt. Abgesehen von der wunderlichen Meinung, daß man aus den Bewegungen und der Farbe der Sternschnuppen die Witterung voraussagen könne, hat C. manche schätzenswerthe Wahrnehmungen gemacht und wesentlich dazu beigetragen, daß man in Frankreich neuerdings den Sternschnuppen und Feuerkugeln mehr Aufmerksamkeit zuwendet. Er starb 11. Februar 1868.

**Thomas Cooke**, englischer Mathematiker und Optiker, starb 62 Jahre alt zu York im October.

**Georg Egestorff**, einer der bedeutendsten deutschen Industriellen, geb. 1802, starb 27. Mai zu Linden vor Hannover. Sein Vater, Johann E., welcher 1834 starb, hatte durch Fleiß und Ausdauer sich aus kleinen Verhältnissen zu bedeutendem Wohlstande emporgearbeitet und hinterließ Kohlenwerke, Kalk- und Ziegelbrennereien, Zuckerfabrik und Holzhandel. Alle diese Geschäfte, mit Ausnahme der Zuckerfabrik in Linden, übernahm der älteste Sohn, Georg, um sie mit rastlosem Eifer zu erweitern und ihnen neue zuzufügen. Eine Stunde von Hannover entfernt ließ er Salzquellen erbohren, die seitdem jährlich gegen 300,000 Ctr. gutes Salz geliefert haben. 1835 gründete er eine Maschinenfabrik und Eisengießerei, die später zu einer der größten Locomotivenfabriken erweitert wurde, welche von 1846—1868 über 300 Locomotiven geliefert hat. 1840 wurde eine chemische Fabrik gegründet, in der hauptsächlich Chlorkalk, Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure gewonnen werden; 1850 wurde damit eine Cementfabrik verbunden und 1861 wurden eine Zündhütchen- und eine Ultramarinfabrik gegründet. Diese verschieeenen Etablissements beschäftigten an 2000 Arbeiter, für deren Bedürfnisse Egestorff durch Anlegung einer Volksspeiseanstalt in Linden und auch auf andere Art in humanster Weise sorgte.

**James David Forbes**, durch seine Forschungen über die Gletscher bekannter schottischer Naturforscher, 20. April 1809 zu Edinburgh geboren, wo er auch 1833 bis 1860 Professor der Physik an der Universität war, starb 31. December 1868 zu Clifton, nachdem er einige Monate vorher das Directorat der United Colleges von St. Salvador und St. Leonard zu St. Andrews niedergelegt hatte. Seine Studien über die Gletscher sind hauptsächlich in den 3 Schriften: Travels through the Alps of Savoy (London 1843, deutsch von Leonhard, Stuttgart 1845), Norway and its Glaciers visited in 1851 (Edinburgh 1853, deutsch von Zuchold, Leipzig 1854) und Papers on the Theorie of Glaciers (London 1859) niedergelegt; außerdem finden sich zahlreiche Arbeiten von ihm über verschiedene Gegenstände der Physik in den Transactions der Edinb. Ges. der Wissensch. und im Philosophical Magazine

**Jean Bernard Léon Foucault**, französischer Physiker, geb. 18. Septbr. 1819 in Paris, war der Sohn eines Buchhändlers. Anfangs dem Studium der Medicin sich widmend, beschäftigte er sich sehr eifrig auch mit Physik und seit 1839 mit Daguerreotypie. Später unternahm er in Verbindung mit Donné und Fizeau verschiedene optische Arbeiten; durch ganz Europa aber wurde er bekannt durch den zuerst 1851 im Pantheon in Paris angestellten Pendelversuch, welcher auf ebenso einfacher als anschauliche Weise die tägliche Drehung der Erde um ihre Achse beweist. Im folgenden Jahre führte er der Pariser Akademie den von ihm erfundenen Rotationsapparat, das „Gyroskop" vor. 1855 kam Foucault als Physiker an die Pariser Sternwarte. In dieser Stellung suchte er besonders die Instrumente zu verbessern; die Teleskope mit versilberten Glasspiegeln sind eine seiner wichtigsten Erfindungen. Um dieselbe Zeit ersann er auch ein Experiment, durch welches die Umwandlung von mechanischer Kraft in Wärme dargethan wird: zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten wird eine Kupferscheibe in rasche Rotation versetzt; die bedeutende Kraft, welche dazu nöthig ist, wenn der Magnet belebt ist, erscheint als Wärme, indem sich die Scheibe merklich erhitzt. Nachdem er 1862 Mitglied des Längenbureaus geworden, führte er einen bereits 1850 ersonnenen Versuch aus, durch welchen die Geschwindigkeit des Lichtes im Wasser direct gemessen wurde. Auf ähnliche Weise bestimmte Foucault später die Geschwindigkeit des Lichtes in der Luft, die er 298000 Kilometer fand, während man vorher 308000 Kilometer angenommen hatte. Dieses Ergebniß führte u. A. zu dem Schlusse, daß die Sonne uns um etwa 1/30 des bisher angenommenen Abstandes näher sein müsse. Im Januar 1865 trat Foucault an Clapeyron's Stelle in die Akademie. Doch schon im Juli 1867 setzte eine schwere Krankheit seine Arbeiten ein Ziel; er starb 11. Februar 1868.

**Albert Geutebrück**, früher Director der Baugewerkenschule, Director der Architektur an der Kunstakademie und Universitätsbaumeister in Leipzig, wo er die Buchhändlerbörse, das Augusteum, Mauritianum u. a. baute, starb 13. März in seiner Vaterstadt Graz (geb. 1800).

**Ludwig Haase**, Senior des Prager Hauses Gottlieb Haase's Söhne, Gründer der großen Papierfabrik in Wran und anderer industrieller Etablissements, geb. 9. Dec. 1801 in Prag, starb in Salzburg 12. Juli.

**Franz Haniell**, um das rheinisch-westfälische Kohlen- und Eisengewerbe, die Rheinschifffahrt u. a. sehr verdienter Industrieller, starb 24. April in Ruhrort.

**Karl Helm**, k. k. pens. Ministerialsekretär und Gemeinderath in Wien, Mitbegründer der dortigen Arbeiter-Industrie-Ausstellung, starb 31. März, 59 Jahre alt.

**William Hereawarth**, englischer Toxikolog, durch seine chemischen

Analysen bei Giftmordprocessen bekannt, starb in London in der dritten Februarwoche, 71 Jahr alt.

**Moritz Hörnes**, ausgezeichneter Mineralog, Vorstand des k. k. Hof-Mineralienkabinettes in Wien, Mitglied der k. k. Akad. der Wissensch., geb. 14. Juli 1815 in Wien, starb daselbst 4. Nov. 1868.

**Jean van der Hoeven**, seit 41 Jahren Prof. der Zoologie in Leyden, starb daselbst 67 Jahre alt 10. März.

**Albert C. Koch**, Naturforscher, der sich besonders durch die Auffindung des jetzt im British Museum, London, befindlichen Missauriums und zweier Zeuglodons (eines in Berlin, das andere in Chicago) bekannt gemacht hat, starb 24. Dec. 1868 zu Golconda in Illinois, 63 Jahre alt. Er war geboren in Roitzsch bei Bitterfeld.

**Ludwig Lange**, Prof. der Baukunst an der Bauschule der Akademie der bildenden Künste in München, Erbauer des Leipziger Museums, geb. 22. März 1808 zu Darmstadt, starb 31. März in München.

Cavaliere **Luigi Magrini**, Professor der Physik am Museum in Florenz, starb im Alter von 64 Jahren 19. April.

**Karl Friedrich Philipp von Martius**, berühmter Botaniker und Erforscher Brasiliens, Mitglied der Münchener Akademie und Prof. an der dortigen Universität, geb. 17. April 1794 in Erlangen, starb 13. Dec. in München.

**Carlo Matteucci**, italienischer Naturforscher, geb. zu Forli 21. Juni 1811 als Sohn eines wenig bemittelten Militärarztes, machte seine Studien erst in Bologna und an der Pariser Polytechnischen Schule, wurde 1838 Professor in Ravenna und 1840 in Pisa, wo er bis 1859 wirkte. In diesem Jahre trat er in das politische Leben ein, wurde Mitglied der Consulta Toscana, dann Senator des Königr. Italien, 1862 unter Ratazzi einige Monate Unterrichtsminister und hierauf Vicepräsident des Unterrichtsrathes. Kurze Zeit vor seinem Tode nahm er noch eine Stelle als Professor am Museum in Florenz an. Er starb 25. Juni 1868 zu Ardenza bei Livorno, wo er sich zur Wiederherstellung seiner Gesundheit aufhielt, an einem Schlaganfall. — Seit 1834 war M. eine Reihe von Jahren hindurch mit elektrochemischen und elektro-physiologischer Arbeiten beschäftigt, welche letztere später von Dubois-Reymond bestätigt und zum Theil berichtigt wurden. Durch Matucci's Bemühungen erhielt Toscana schon im Jahre 1846 eine elektrische Telegraphenlinie; auch später hat M. als Generaldirector der Telegraphen im Königr. Italien die Verbreitung der Telegraphen auf der Halbinsel wesentlich gefördert. Besonders verdient machte er sich um die Meteorologie durch Organisation des italienischen Beobachtungssystemes und Herausgabe der „Meteorologia

**Karl Ludwig von Meißner**, Director der Generalinspektion

der österreich. Eisenbahnen, eine Notabilität im Eisenbahnwesen, starb 19. Juni 1868 in Reichenau, 59 Jahr alt.

**August Ferdinand Möbius**, einer der Schöpfer der „neuern Geometrie", wurde geboren 17. Nov. 1790 zu Schulpforte, studirte seit 1809 in Leipzig erst Jura, dann Mathematik, und hörte später Gauß in Göttingen und Pfaff in Halle; nach kurzer Lehrerthätigkeit am Pädagogium in Halle habilitirte er sich 1815 an der Universität Leipzig und wurde im folgenden Jahre Professor der Astronomie und Director der Sternwarte daselbst, die unter seiner Leitung wesentlich umgestaltet wurde. Die Beobachtungen auf dieser Sternwarte wurden 1823 in einer besondern Schrift, später aber in Schumachers Astronom. Nachrichten publicirt. Aus der späteren Zeit sind von Werken astronomischen Inhaltes noch „die Elemente der Mechanik des Himmels" (1843) zu erwähnen. Die folgereichsten Leistungen von Möbius finden sich aber auf dem Gebiete der Geometrie Epochemachend ist sein „barycentrischer Calcul" (1827), spätere Arbeiten finden sich in Crelles Journal, in den Schriften der Jablonowski'schen und der 1846 gegründeten königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig. In engem Zusammenhange mit seinen geometrischen Arbeiten steht auch sein „Lehrbuch der Statik" (1837). Möbius starb am 26. Sept. 1868.

**Karl Nagy**, ungarischer Astronom, Mitglied der Akademie in Pest, starb Mitte März in Paris.

**Eduard van der Nüll**, Oberbaurath und Mitglied des akademischen Rathes in Wien, starb durch eigene Hand am 3. April.

**Georg Oberhäuser**, Mechaniker und Optiker, besonders berühmt durch seine trefflichen Mikroskope, starb 10. Januar 1868 in Paris. Geboren 16. Juli 1798 zu Alsfeld im Hessischen, empfing er seine Ausbildung zuerst in Würzburg (1812) und dann seit 1818 unter Gambey. 1822 etablirte er sich in Paris und es gingen aus seiner Werkstatt in der Zeit von 1831—1856 an 3000 Mikroskope hervor.

**Jean François Persoz**, verdienter Chemiker, geb. 9. Juni 1805, kam 1826 als Präparator zu Thenard an's College de France und rückte 1832 in dessen Stelle ein. Später erhielt er den Lehrstuhl der Chemie an der Facultät der Wissenschaften zu Straßburg, und 1835 wurde er mit der Leitung der pharmaceutischen Schule daselbst betraut. Im Jahre 1852 erhielt er einen Lehrstuhl für Färberei und Zeugdruckerei am Conservatoire des Arts et Metiers in Paris, den er bis zu seinem Tode inne hatte; auch vertrat er einige Jahre Dumas und war Jurymitglied bei den Weltausstellungen von 1851, 55, 62 und 67. Außer zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten, die er zum Theil in Gemeinschaft mit Biot und Payen ausgeführt hat, sind zu erwähnen seine Introduction à l'étude de la chimie moléculaire (1839) und der Traité théorique et pratique de l'impression des tissus (1846). Persoz starb. im Aug. 1868.

**Simon Plößl**, berühmter Optiker, geb. 11. Sept. 1794 zu Wien als Sohn eines Tischlermeisters, kam zuerst zu einem Drechsler in die Lehre und dann, im 18. Jahre, zu dem Wiener Optiker F. Voigtländer. 1823 eröffnete er hauptsächlich auf Littrow's und Jacquin's Rath eine eigne optische Werkstätte, die bald durch treffliche aplanatische Loupen, Mikroskope und Feldstecher bekannt wurde, deren Ruf aber hauptsächlich durch die von Littrow berechneten dialytischen Fernröhre begründet wurde, die seit 1832 aus ihr hervorgingen. Bis zu seinem Lebensende war Plößl, obwol seit 1836 an Schwindel leidend, in seiner Werkstatt thätig und setzte seine Instrumente selbst zusammen, nachdem sein einziger Sohn, im 21. Lebensjahr, gestorben war. Plößl starb am 29. Jan. 1868 in Folge der Verletzung, die ihm ein herabfallendes Glasstück an der rechten Hand verursacht hatte.

**Julius Plücker**, verdienstvoller deutscher Mathematiker und Physiker, wurde geb. 16. Juli 1801 zu Elberfeld, habilitirte sich 1825 an der Universität Bonn und wurde dort 1829 außerordentlicher Professor, 1833—34 war er am Friedrich Wilhelms-Gymnasium in Berlin thätig, ging dann als ordentlicher Professor an die Universität Halle und 1836 wieder nach Bonn, wo er bis an sein Lebensende wirkte. Die ersten zwanzig Jahre seiner gelehrten Thätigkeit sind durch epochemachende Arbeiten auf dem Gebiete der analytischen Geometrie bezeichnet, die namentlich in den Werken „Analytisch-geomet. Entwickelungen" (2 Bde. 1828—31), „System der analyt. Geometrie" (1825), „Theorie der algebr. Curven" (1839) und „System der Geometrie des Raumes" (1846), sowie in vielen Abhandlungen in verschiedenen wissenschaftlichen Zeitschriften niedergelegt sind. Seit 1847 wandte sich Plücker ganz physikalischen Untersuchungen zu, und zwar beschäftigten ihn bis 1856 namentlich magnetische Untersuchungen; er entdeckte gleichzeitig mit Faraday die magnetischen Eigenschaften der Gase und Flüssigkeiten. Seit 1856 waren die Lichterscheinungen, welche der Inductionsstrom im luftverdünnten Raume erzeugt, der Gegenstand seiner Experimente; schon 1859 sprach er das Princip der Spektralanalyse aus, indem er zeigte, daß jedem Gase in der elektrischen Röhre ein besonderes Spektrum zukommt. Später machte er die Entdeckung, daß zahlreiche Körper zwei wesentlich verschiedene Spektra zu geben vermögen. Diese Entdeckung, die er in Verbindung mit Hittorf weiter verfolgte, wurde 1865 in den Philosophical Transactions der Londoner Royal Society veröffentlicht. In den letzten Lebensjahren wandte er sich wieder mathematischen Untersuchungen zu. Die ersten Ergebnisse derselben erschienen in Zeitschriften; bevor aber das größere Werk, welches diese Forschungen darstellen sollte, die „Neue Geometrie des Raumes", erschien, ereilte ihn der Tod am 22. Mai 1868.

**Eduard Friedrich Pöppig**, Professor der Zoologie in Leipzig, durch seine Reisen in Westindien und Südamerika (1827—32) hochverdient, geb. 16. Juli 1798 zu Plauen i. V., starb 4. Sept. zu Wahren bei Leipzig.

**Claude Servais Mathias Pouillet**, französischer Physiker, geb. 16. Febr. 1790 zu Cusance, im Dep. Doubs, trat, nachdem er bereits zwei Jahre als Professor der Mathematik an dem College von Tonnerre thätig gewesen, 1811 in die Normalschule in Paris, wurde später an dieser Schule, sowie am College Bourbon und an der Polytechnischen Schule angestellt und im Jahre 1818 als Stellvertreter seines Lehrers Biot auf den Lehrstuhl der Physik an die Facultät der Wissenschaften berufen. Außerdem wurde er noch Professor der angewandten Physik am Conservatoire des Arts et Métiers. 17. Juli 1837 trat er in die Akademie ein, seit diesem Jahre bis zur Februarrevolution war er auch als Mitglied der Deputirtenkammer politisch thätig und endlich war er mehrere Jahre lang Mitglied des königl. Conseils für den öffentlichen Unterricht. Im Jahre 1852 legte er seine Aemter nieder und lebte nun meist auf seinem Landhause zu Epinay sur Seine. Am 14. Juni 1868 erlag er einer langwierigen schweren Krankheit. — Die wissenschaftlichen Arbeiten Pouillet's beziehen sich meist auf elektrische Ströme und die Physik der Erde. Seit 1828 mit Untersuchungen über die elektrische Leitungsfähigkeit verschiedener Körper beschäftigt, entdeckte er selbstständig das Gesetz für die Stromstärke, welches früher Ohm (1826) bereits gefunden hatte und das man jetzt als das „Ohm'sche Gesetz" kennt, das aber in Frankreich lange Zeit Pouillet's Namen trug. Bemerkenswerth sind ferner seine Untersuchungen über die Sonnenstrahlung und die Temperatur des Weltraumes, wozu er eigens von ihm erfundene Instrumente, Pyrheliometer und Actinometer, verwandte. — Pouillet's Lehrbuch der Physik ist auch in Deutschland durch die Bearbeitung Müller's bekannt.

**Friedrich Christian von Rieße**, Prof. der Mathematik an der Universität Bonn, geb. 10. Dec. 1790 zu Coesfeld, gestorben 23. October in Bonn. Verschiedene Arbeiten von ihm sind in Poggendorff's Annalen und in den Astronom. Nachr. enthalten.

**Michael Romig**, Mathematiker und früher Rector der (seit Michaelis 1868) aufgelösten Polytechn. Schule zu Nürnberg, starb daselbst 2. Novbr., 62 Jahr alt.

**Pietro Sanguinetti**, Professor der Botanik an der Universität Rom, durch seine Flora Romana bekannt, starb 25. Juli, 66 Jahre alt.

**Christian Friedrich Schönbein**, bekannter Chemiker, geb. 18. Oktober 1799 zu Metzingen unter Urach (Württemberg), trat 14 Jahre alt in eine chemische Fabrik, studirte dann in Tübingen und Erlangen Naturwissenschaften, war 1824 und 1825 Lehrer in Keilhau bei Rudolstadt, unternahm hierauf eine wissenschaftliche Reise nach England und Frankreich und kam 1828 als Professor der Chemie an die Universität Basel, in welcher Stellung er bis an sein Lebensende wirkte. — Schönbeins erste Arbeiten betrafen die Passivität des Eisens; 1839 entdeckte er das Ozon, dessen genaueres Studium ihn später (1845) auf die Entdeckung des Nitrosaccharins, der Schießbaumwolle und

des Collodiums führte. Schönbein starb zu Baden-Baden in der Nacht vom 29. zum 30. Aug. 1868 in Folge eines heftigen Anthrax.

**Carlo Sereni**, Professor der Mathematik an der Universität zu Rom, starb daselbst im Juli.

**August von Siccardsburg**, Wiener Architekt, neben Nüll Leiter des Opernhausbaues, starb im Alter von 53 Jahren 11. Juni in Weidling bei Wien.

**Charles Stewart**, Präsident der engl.-amerikanischen Telegraphen-Compagnie, starb in London 19. Februar.

**Clemens Ullgren**, Prof. der Chemie am technolog. Institut zu Stockholm, seit 1860 Mitglied der schwed. Akademie der Wissensch., geb. 1811 in Stockholm, starb daselbst 9. Nov. 1868. Seine Arbeiten finden sich meist in Berzelius' „Jahresberichten über die Fortschritte der Physik und Chemie" und in den Schriften der schwedischen Akademie.

**A. J. H. Vincent**, französischer Mathematiker, geb. 1797 zu Hesdin im Dep. Pas de Calais, trat 1816 in die Pariser Normalschule, wurde dann Lehrer der Mathematik, Physik und Chemie am College in Reims und später Lehrer der Mathematik an verschiedenen Pariser Colleges. Außer verschiedenen Abhandlungen ist sein classischer Cours de géome trie élmentaire zu nennen, dessen erste Auflage 1826 erschien und der auch ins Deutsche (durch Schnuse 1838) übersetzt wurde. Vincent war ein äußerst vielseitig gebildeter Gelehrter, der auch zahlreiche Arbeiten über Physik, Musik, Archäologie u. a. in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht hat. Er starb in Paris 26. Nov. 1868 als Mitglied der Académie des Inscriptions et Belles-lettres.

**Nathaniel Bagshaw Ward**, berühmter englischer Botaniker, starb London 15. Juni. Er war Mitglied der Royal Society, der Linné'schen Gesellschaft und Schatzmeister der Mikroskop. Gesellsch. zu London. Bekannt sind die nach ihm benannten dichten Glaskästen zur Kultur von Farren und tropischen Pflanzen.

**Johann Werner**, k. k. Oberingenieur, als Dirigent vieler Eisenbahnbauten bekannt, starb 22. Aug. in Wien.

**Friedrich Will**, Professor der Zoologie in Erlangen, daselbst starb 20. Novbr. 52 Jahr alt.

---

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

Alphabetisches

# Sach- und Namen-Register

zu dem

I. bis V. Jahrgang

vom

## Jahrbuch der Erfindungen.



Leipzig

Verlag von Quandt & Händel.

1869.

# Register.

Die römischen Ziffern bezeichnen den Jahrgang, die deutschen die Seite.

---


## A.

d'Abbadie, A. III 130.
Abbot III 57.
Abbrennen III 359.
Abraumsalz I 318.
Abscheidung d. Goldes III 333.
Absorptionsstreifen, Erzeugung durch Wasserdampf III 110.
— im Sonnenlicht V 97.
Acceleration der Mondbewegung III 29.
Accumulatoren II 160.
Acetylalkohol II 247.
Acetylen II 245.
Acetylenkupfer II 248.
Acetylenreihe II 244.
Acetylensilber II 248.
Achard I 162, 332.
Adams III 30.
Adams, Ch., V 221.
Adamson I 216.
Aegina, Planetoid IV 3.
Aegle, Planetoid V 3.
Aequivalent, endosmot. III 35.
Aequivalent, mechan. des Lichtes II 53.
Aequivalentgewicht I 250.
Aerostatik IV 45.
Aether, zur Eisbereitung I 107.
Aethylen I 335, II 251.
Aethylendiamin II 292.
Aethylenreihe II 250.
Aethyl-Phenyl II 276.
Aetzbaryt I 324.
Aetzflüssigkeit für Kupfer. III 344.
Aetzgrund für Kupfer III 344.
Aetzkalk, reiner V 334.
Aetznatron I 315.
Aetznatron, reines, Darstellung V 347.
Affinität I 249.
Aggregatzustände, Lehre v. den II 41.
Agudio, Ritter IV 240.
Aguilar V 13.
Ahner III 166.
Airy I 46, 73, V 123.
Airy, H. V 240.
Airy, W. V 234.
Akustik I 85, III 71, IV 58, V 67.
Albedo einiger Himmelskörper II 26.
Albedo irdischer Körper II 27.
Albert, J., V 120.
Albumin II 334.
Albumin, Verhalten zum Casein I 352.
Albuminate II 338.
Albuminstoffe, coagulirende II 340.
Alcannin IV 340. V 348.
Aldendorf III 349.
Aldham, W. C. III 179.
Alizari IV 401.
Alizarin IV 399.
Alizarin, gelbes IV 401.
Alizarin, grünes IV 401.
Alizarinextract für lila u. violette Farben IV 407.
Alkalien, mangans. IV 295.
Alkalien, übermangansaure, als Desinfections-Mittel III 379.
Alkalien, übermangansaure zu Toilettezwecken III 382.
Alkaloide II 286.
Alkmene, Planetoid I 7.
Alkohol I 341.
Alkoholhefe IV 264.
Allylen II 248.
Al Mamun I 56.
Aluminium I 274, III 388, IV 296, V 330.
Aluminium, Darstellung I 275.
Aluminium, Anwendungen I 276.
Aluminium, Analyse I 275.
Aluminium, Preis I 276.
Aluminium, schwefelsaur. III 388.
Aluminium, schwefelsaur., Prüfung IV 296.
Aluminiumbronze I 277.
Aluminiumfabriken I 275.
Alvergniat IV 52.
Amalgam, magnet. III 327, 329.
Amalgame III 341.
Amalgamirung v. Metallflächen III 332.
Ameisenäther II 285.
Ameisensäure, Darstellung II 284.
Amidbasen II 294.
Amine II 292.
Ammoniak I 309.
Ammoniak, zur Eisbereitung I 108.
Ammoniak, salpetersaur., zur Eisbereitung I 106.
Ammoniak, schwefelsaures I 310.
Ammoniakgas-Maschinen II 153.
Ammoniaksalze I 309.
Ammoniakwasser I 309.
Ammonium-Zinnchlorid IV 282.
Ampère V 181.
Amylen, II 260, IV 323.
Amylhydrür IV 324.
Amylum IV 369.
Amylwasserstoff II 263.
Analyse, optische, der fing. Flamme, III 89.

Analyseur von Daguin V 90.
Anderson, James III 188.
André III 354, V 57.
Andreä, B. I 199.
Anemograph IV 162.
Aneroidbarometer IV 45.
Angström, A. J. V 9, 95, 96.
Anhydrit, Darstell. V 339.
Anhydrit, Entstehung auf nassem Wege III 405.
Anilin II 275.
Anilin, Fabrikation II 295.
Anilin, giftfreies II 318.
Anilin, Trennung vom Toluidin II 310.
Anilin- und Toluidinfarben-Fabrikation II 312.
Anilinblau II 320.
Anilinbraun II 323.
Anilindruckverfahren, photogr. II 73.
Anilinfarben I 349.
Anilinfarben, Nachweisg. auf den Stoffen II 327.
Anilinfarben-Industrie II 294.
Anilin-gelb und Orange I 350, II 326.
Anilingrün II 323.
Anilinoel, Prüfung II 309.
Anilinreihe II 294.
Anilinroth II 314.
Anilinschwarz I 350, II 326.
Anilinviolett II 318.
Ansell II 47.
Anstrich für Eisen III 369.
Anstriche von Chlorzink III 350.
Anthelme III 23.
Antimon V 280.
Antimon, Reinigg. V 280.
Antimonoxyd V 282.
Antimonverbindgn., Flammenreaction III 285.
Antiope, Planetoid III 4.
Antozon I 265, V 261.
Antozonide I 266.
Apparat zur Verhütung des Kesselsteins III 210.
Appold III 179, V 232.
Appunn, G. V 89, 90, 91.
Arago I 46, 59, II 19, III 72, IV 93, V 101, 123.
Arbeit, mechan., deren Umwandlung in elektrische Ströme, III 147.
Archer V 196, 197.
Archerau II 221, V 221.
Arethusa IV 3.
Argelander I 53, III 25.
Argentacetyloxyd II 248.
Arithmometer I 178.
Armstrong, W. I 80, 82, II 160.
Arrow-root IV 370.
Arsenige Säure III 123.
Arsenikverbindungen, Flammenreact. III 285.
Artus, W. V 302.
Arzberger I 225.
Asideren IV 19.
Asideriten IV 19.
Aspdin III 406.
Asser, E. J., I 149.
Asteroiden I 14.
Asträa, Planetoid I 4.
Astronomie I 3, II 3, III 3, IV 3, V 3.
Astrophotometrie II 22.
Athem, übelriechender, Beseitigung III 385.
Atmosphär. Eisenbahn. I 236, 244.
Atlant. Kabel, Geschichte III 171.
Atlant. Kabel, Legung III 171, 188.
Atome I 248, 249.
Atomgewicht gasförmiger Elemente II 214.
Atomgewichte I 250.
Atomgewichte der Elemente II 212, III 268.
Atomigkeit II 210.
Atomigkeit des Kohlenstoffs I 326.
Atomistische Gleichung II 203.
Atomistische Theilung II 201
Atomvolumen, normales II 204.
— anormales II 205.
Atomwärme I 251.
D'Aubuisson III 56.
Audouin IV 336.
Aufgaben, wissenschaftl. d. heut. Chemie III 251.
Augustschwarm V 13.
Ausdehnung luftförmiger Körper I 193.
Ausdehnungscoefficient d. überhitzten Dampfes III 133.
Ausdehnungscoefficienten verschied. Haloidsalze IV 118.
Ausfließen fester Körper durch enge Oeffnungen II 41, IV 40.
Auwers I 54, IV 22.
Aurosacetyl II 248.
Aveling & Porter I 229.
Azulin, Azurin II 334.

## B.

Babbage, Ch. I 180.
Bäcker IV 5.
Baden-Powell IV 93.
Baeyer I 59, 66, 68, 70.
Bagh III 365.
Bahr I 256.
Baille, J. B. IV 96.
Baker, W. III 356.
Bakewell, F. C. I 173.
Balard V 258.
Baldriansäure, Darstellung I 328.
Balleny I 74.
Bamberger, v. III 318.
Barometer, das IV 45.
Barometer, zusammenlegbare IV 50.
Barometrograph IV 159, 164.
Barral II 127.
Barreswil II 292.
Barsanti, Eug. IV 224.
Bartholinus, Erasm. II 64.
Baryt, chem. Eigenschaften I 323.
Baryt, kohlensaurer I 324.
— salpetersaurer I 324.
Barytindustrie I 322, III 400.
Barytweiß I 324.
Baryum III 400.
Baryum, übermangansaures III 378.
Baryum, wolframsaures V 288.
Basen, künstliche organ. II 292.
Basen, organische II 286, IV 391.
Basset I 275.
Baudrimont I 81, III 317.
Bauer II 250, 200.
Bauernfeind III 55.
Baumert I 262.
Baurit I 275.
Baxendell I 50.
Bazin IV 42.
Beatrix, Planetoid II 6.
Beaumont, E. de IV 15.
Beccaria I 58.
Becher IV 244.
Bechstein, L. V 401.
Becker I 10, 14.
Becquerel, Ed. I 157, II 75, 115, IV 89, V 129.
van Beek III 72.
Beer, W. I 44, 47, IV 15.
Behrens V 239.
Behrmann V 11.
Belleville & Co. IV 196.

Bellingrath V 199.
Belou I 209.
Bennet, F. IV 287.
Benrath, H. E. V 367.
Benzylen II 250.
Benzylwasserstoff II 266.
Benzin I 339, II 264.
Benzin, leichtes u. schweres IV 340.
Benzol II 275, IV 324.
Benzol, Darstellung II 295.
Benzol, Rohbenzol II 295.
Benzol, Umwandlung II 300.
Benzol-Reihe II 274.
Benzyl, Circularpolarisation im, V 123.
Bérard, A. II 237, IV 291.
Berberin IV 391.
Berendorf's Sohn IV 208.
Bergbahnsystem, Marsh's V 194.
Bergeron I 245.
Bergsteiglocomotive Steyerdorf IV 239.
Berlandt, L. III 162.
Berlinerblau, in Wasser lösliches V 379.
— Reaction auf V 379.
Bernard, F. V 96.
Bernays, J. V 240.
Bernhardi, Br. IV 374.
Bernoulli, Dan. III 77.
Bernstein, A. V 31.
Bernsteinsäure IV 327.
Berryman, D. H. III 173.
Berthelot I 331, II 242, 245, 246, 247, 248, 284, IV 267, 322, V 268.
Berthier IV 302.
Berthier & Co. V 207.
Bertholon I 17.
Bertin V 129.
Beryll III 124.
Berzelius I 247, III 252, 256, 259, 261, 305, V 281, 245, 327.
Beschläge am Probirglase III 283.
Beschläge auf Porzellan III 280.
Bessel I 5, 46, 59, IV 20.
Bessemer, H. V 314, 331.
Bessemerblech III 363.
Bessemereisen, Verwendgn. III 363.
Bessemerflamme, Spektrum der V 316.
Bessemern, chem. Vorgänge beim III 360.
Bessemerprozeß I 293, III 353.
Bessemerprozeß, Ausdehng. desselb. III 353.
Bessemerprozeß, Fortschritte III 354, IV 287.
Bessemerprozeß, Vergleich mit Martin's Pr. V 319.
Beurlen I 69.
Bewegung d. Gestirne, ihr Einfluß auf die Brechung des Lichtes II 39.
Bewegung des Wassers, Theorie III 55.
Bewegungsmechanismen V 194.
Bibliographie I 360, II 353, III 430.
Bibra, E. v. V 297.
Bienenwachs, Prüfung auf Paraffin II 285.
Bilifuscin IV 388.
Bilihumin IV 388.
Biliprasin IV 388.
Bilirubin IV 386.
Bilirubinkalk IV 387.
Biliverdin IV 387.
Binitronaphtalin II 330.
Biot, E. I 15, 18, 59, II 66, 67, 126, V 101, 123, 124.
Birmingham, J. III 25.
Birt I 47. 48.
Bischof, C. III 391, IV 297, 298, 299.
Bischof, F. I 317.
Bittersalz III 399.
Birio II 127.
Blanc fix III 403.
Blau, lösliches II 323.
Blei III 346, IV 283, V 299.
Blei, Wirkung d. Wassers auf V 299.
Bleichen mittels übermangans. Salze III 385.
— — Chlormagnesia III 310.
Bleichung, chemische II 281.
Bleikammerprozeß, Theorie III 305.
Bleirohre, Schwefeln der V 300.
Bleiröhren, Einfluß d. Wassers auf, III 346.
Bleiverbindungen, Flammenreact. III 287.
Bleiweiß V 302.
Bleiweißfabrikation III 347.
Bleizuckerlösungen, spec. Gewicht IV 283.
Bleu de lumière II 321.
Bleu de Lyon II 321.
Blitz, der, als Brandstifter II 120.
Blitze, Spektra der, V 112.
Blitzschläge II 119.
—, Statistisches II 119.
Blum, Emil III 207.
Blutfarbstoff IV 379.
Blutflecken, Nachweisg. IV 384.
Blutalbumin II 334.
—, Fabrikation II 335.
Blutlaugensalz, gelbes, Fabrikation V 377.
Bobierre, A. V 260.
Boch V 167.
v. Boguslawski V 12.
Bohrmaschine, hydraul. II 160.
Boje, Duchemin's elektrische V 161
Bolenius II 125.
Bolley I 351, II 280, 344, III 212, IV 342, 399.
Bond I 54, II 25.
Bonpland I 25, III 4.
Bonsack, Hansen & Co. II 150.
Bontemps IV 315.
Bor III 323.
Bor, graphitförm. III 323.
Bor-Aluminium III 323.
Boracit I 319.
Borax III 325.
Boraxsee III 325.
Borelli IV 3, V 4, 10.
Börgen III 67.
Borgmann III 8.
Boronatrocalcit III 324.
Borsäure III 324.
Boscowich I 58.
Bosscha, J. III 75.
Böttger I 263, 345, II 220, 248, 329, III 97, 165, 301, 374, IV 284, 319, V 253, 254, 307, 325, 333, 348.
Boudier frères IV 206.
Boudin II 119.
Bouguer I 57, II 22, 25.
Bouilhet, Henry III 154, 164, 170, V 167.
Boulag V 160.
Boulton, Watt & Co. III 239.
Bouquet de la Grye V 57
Bourdon IV 46, 226.
Bourne, John III 238.
Boutigny III 216.
Bouvard III 72.
Bowen, A. V 219.
Boyle IV 89.
Bramah, Jos. II 154.
Brand, Sebast. I 15.
Brande III 237.
Brandstiftung durch Feuerkugeln II 16.

Brandstiftung durch den Blitz II 120.
Brasilin I 351.
Braun, Adolf IV 97.
Braun, C. D. V 279.
Bravais, A., III 72, V 75.
Bray's Lokomotive I 233.
Brechungsexponenten, Bestimmgn. III 104.
Brechungsindex, s. Aenderg. m. d. Temperatur IV 93.
Bremiker I 6.
Bremsapparat, elektromagnet. I 162.
Brennmaterial, Einfluß auf Dampfkessel III 206.
Brescius, E. I 300, V 327.
Brewster I 118, 129, III 107, V 97.
Brimmeyr II 306, 311, 315.
Brioschi I 46.
Brix II 137.
Brodie II 221, 222, V 267.
Bronziren des Eisens I 298.
Brorsen V 5.
Brorsen'scher Komet V 5.
—— Spektrum V 6.
Brousseaud I 62
Browning, John III 337, V 58.
Brugnatelli III 87.
Bruhns, C. I 68, 70, II 9, IV 4, V 3, 5.
Brunfaut, J. de V 231, 369.
Brunel I 241.
Brünnow V 5.
Buchner, O. II 120.
Büchner, Ph. II 257, IV 363, 367.
Buis Ballot IV 28.
Bulard IV 7.
Bultinck II 103.
Bunsen I 116, 172, II 114, III 268, V 33, 243, 284, 292.
Burchardt, Gebr. IV 112.
Burning-Fluid II 265.
Burrell's Lokomotive I 231.
Burrow I 59.
Bury & Co. III 365.
Busch, C. IV 109.
Bussy I 268.
Butterfett IV 345.
Butylen II 260.
Butylengas I 336.
Butylwasserstoff II 263.
Buxtorf V 225.

## C.

Cadet I 17.
Cadmiumverbindungen, Flammenreact. III 288.
Caesium I 125.
Cafaro I 46.
Caffeidin II 287.
Caffein II 287.
Cagniard-Latour IV 251.
Cahours II 262.
Cailletet, L. I 85, 291, III 52, 332, IV 32.
Calabarbohne II 291.
Calcium III 404, IV 308, V 334.
Calcium, schwefelsaures V 335.
Callebaut, Ch. V 211.
Callés & Enthoven IV 231.
Camilla, Planet V 4.
Camus I 58.
Canning, Sam. III 188.
Canton IV 89.
Cappeletti I 44, II 21.
Caprolen II 261.
Caprylen II 261.
Caprylwasserstoff II 265.
Caramel IV 371.
Carbolsäure II 276.
Carels, C. L. IV 205.
Carlevaris I 274.
Carlini I 62.
Carminroth IV 395.
Carminsäure IV 395.
Carnallit I 319.
Caron I 269, 291, IV 272, 307, V 174.
Carpenter I 55.
Carré V 153, 159.
Carré's Eisapparat I 108.
Carret IV 30.
Carrington, Rich. C. I 30.
Carstanjen IV 284, 285.
Carter Bell, J. V 301.
Casciorolo IV 89.
Casein II 336, 342.
Casella III 125.
Caselli, G. I 174.
Cäsium I 256.
Cassini, D. I 45, 56, 71, III 71, V 59.
Cassini de Thüry I 61.
Cassiterit III 124.
Castel III 354.
Casthelaz V 285.
Catechu IV 363.
Cauchy V 101.
Cauderay I 165.
Cavendish I 157.
Cech IV 359.
Cellulose IV 373.
Celsius I 58.
Cement III 406, V 339.
Cement, Analysen III 407.
Cement, Brennen III 410.
Cement, Erhärtungsproceß III 412.
Cementirproceß I 282, 290.
Cementkohle III 353.
Cementstahl I 283.
Centrifugalcondensation II 149.
Centrifugalpumpen V 232, 240.
Cerebrin IV 386.
Ceres, Planetoid I 4.
Cetylwasserstoff II 206.
Chacornac IV 22.
Chamausset I 209.
Chapman III 396., IV 296.
Chapman u. Smith IV 355.
Chassignit II 16.
Chemie I 247, II 193, III 250, IV 241, V 243.
Chemie, neuere Anschauung der I 218.
Chemie, moderne, Einleitg. in die II 193.
Chemische Harmonika III 86, IV 77.
Chenot I 288.
Chevallier, Aug. II 80.
Cheyney, W. J. V 368.
Children V 170.
Chinin, Nachweisung von Salicin in dems. IV 392.
Chladni I 17, III 77, 87, V 15, 16, 87.
Chladnit II 16
Chlor III 310, V 257.
Chloralkalien V 258.
Chloralkalien, Verhalt. im Lichte IV 259.
Chlorbaryum I 324.
Chlorblei V 301.
Chlorcalcium IV 308.
Chlorcalcium zur Conservirung d. Steine IV 311.
Chlorcalcium z. Darstellg. künstl. Sandsteine IV 311.
Chlorcalcium als Löschmittel IV 309.
Chlorcalcium als Holzanstrich gegen Verbrennung IV 310.
Chlorcalcium z. Straßensprengen IV 309.
Chlorfluor V 256.
Chlorgas, Darstellung III 300.
Chlorkali V 238.
Chlorkalium I 320.
Chlorkalk V 258.

Chlorkalk, Fabrikation V 260.
Chlormagnesia V 258.
Chlormagnesia z. Bleichen III 310.
Chlornatron V 258.
Chloroxynaphtalsäure II 331.
Chloroxynaphtalinsäure II 331.
Chlorphenyl II 275.
Chlorsilber, Verhalten im Lichte I 134.
Chlorwasserstoff V 262.
Chlorwasserstoff-Chlorbenzol II 275.
Chlorzink III 349.
Chlorzink, Anstrich für III 350.
Chlorzinn IV 281, 282.
Chlorzinnbeize, flüssige IV 282.
Chobirand V 31.
Cholerapilz IV 264.
Cholochlorin IV 387.
Chondrit II 16.
Christomanos V 289.
Chrom V 285.
Chrom, metall., Darstellg. V 285.
Chromoxyd V 285.
Chromsäure, chemischreine, Gewinnung V 250.
Chromverbindungen, Flammenreact. III 295.
Chronograph, elektrisch registr. I 165.
Chronographen IV 70.
Chrysanilin II 317.
Church II 275, IV 312.
Cillis, P. V 256.
Citronensäure IV 355.
Cizancourt, de II 232.
Clairaut I 58.
Clark, A. IV 22.
Clark, Edwin II 159.
Clarke, L. I 243, IV 129.
Claudet I 136.
Claus, A. II 259.
Clausius I 98.
Clegg I 238.
Clémandot III 394, IV 315.
Clerk I 288, III 210.
Clio, Planetoid II 6.
Cloëz II 277, 278.
Clotho, Planetoid V 3.
Cocaïn II 286.
Cochrane, F. II 160.
Cocinylwasserstoff II 266.
Coggia IV 4, V 3, 4.
Coïncidenz der Spektrallinien I 126.
Colburn III 226, V 240.
Colladon I 246.
Collodio-Albuminverfahren I 144.
Colloïde III 38.
Comaille III 396.
Condensation, fractionirte II 298.
Condensationscoefficient II 46.
Condy, H. B. III 379.
Condy's liquid III 382.
Conglutin IV 377.
Conifferin IV 375.
Conservirg. d. Steine IV 311.
Contact, Lehre vom IV 245.
Contact-Substanzen IV 245.
Conylen II 249.
Cooke IV 46, V 49.
Cooke, J. P. I 128, III 108.
Cooke, W. F. I 172.
Cooper II 75.
Copirtelegraphen I 173.
Corallin II 334.
Corbran's Sohn & Lemarchand IV 210.
Coriamyrtin IV 375.
Cornish-Steam-Engines I 101.
Correns, J. III 210.
Corydalin IV 393.
Cossa IV 275, 278.
Coste, L. IV 16.
Cotta, v. II 268, 272.
Cotelle I 341.
Cottignez, Aeg. Fr. de I 45.
Coulvier-Gravier II 12, III 11.
Coumbray II 6.
Coupier II 296, 297, 298, 300, 304, 305, 313.
Courbebaisse III 24.
Courteaut II 179.
Crabtree I 72.
Grace Calvert, F. II 230, III 321, V 284, 291, 293, 303.
Cramer II 344.
Crespel, G. V 224.
Creswell u. Tavernier III 101.
Crookes, W. I 125, 257, IV 352.
Crookesit IV 284.
Crotonylen II 249.
Croullebois V 100, 101, 102.
Crova, A. IV 74.
Cryptococcus-Hefe IV 264.
Cubitt, W. I 240.
Cugnot I 224.
Cumol II 275, IV 324.
Cuprosacetyl II 248.
Cuprosacetyloxyd II 248.
Cuprosallyloxyd II 249.
Curarin II 291.
Curmer V 173.
Cyankalium, Nachweis. v. Spuren V 376.
— reines V 375.
Cyanmetalle, Bildung V 375.
Cyanverbindungen V 375.
Cylindrotaenium IV 264.
Cymol II 275.

## D.

Daguerre I 131.
Daguin V 90.
Dahlia II 318.
Dale IV 93.
Dalton V 224.
Daltonisches Gesetz II 82.
Daelen, Alex. II 135.
Dampf, überhitzter, Verwendg. III 232.
Dampfdichte II 194.
Dampfdruck, Wirkung auf d. Dampfkessel III 221.
Dämpfe, gemischte, Verwendg. III 233.
Dämpfe, regenerirte III 235.
Dampfgenerator von Komminger IV 199.
Dampfgenerator, unexplodirbarer v. Belleville IV 196.
Dampfgeneratoren, explosionssichere IV 192.
Dampfkessel I 215, 218.
Dampfkessel von Field II 142, IV 191.
Dampfkessel, neue IV 190.
Dampfkessel, rotirender, v. Brown II 144.
Dampfkessel von Galloway IV 190.
Dampfkessel von Lachapelle & G. II 142.
Dampfkessel von Marshall II 143.
Dampfkessel, Sicherheitsapparate für II 146.
Dampfkessel, vertikaler, von Thomson II 145.
Dampfkesselblech, Umwandlung I 80.
Dampfkesselconstructionen, neue II 141.
Dampfkesselexplosionen, Erklärung der, II 87.

Dampfkesselexplosionen, Ursachen III 207.
Dampfkesselexplosionen, Vorbeugung II 89.
Dampfmaschine m. axialem Zweicylindersystem IV 208.
Dampfmaschine mit entgegenges. Kolbenbewegg. IV 205.
Dampfmaschine mit geneigten Cylindern IV 206.
Dampfmaschine m. gleichgericht. Kolbenbewegung IV 205.
Dampfmaschine, horizontale IV 216.
Dampfmaschinen mit horizontalen Cylindern IV 211.
Dampfmaschinen m. rotir. Kolben IV 217.
Dampfmaschine mit verstellten Kurbeln IV 208.
Dampfmaschine, Allen'sche IV 212.
Dampfmaschine, Behrens'sche IV 218.
Dampfmaschine, Corliß-IV 213.
Dampfmaschine, Cornish-I 101.
Dampfmaschine von Hicks II 148.
Dampfmaschine von Jouhel I 222.
Dampfmaschine von Miller II 149.
Dampfmaschine von H. D. Schmid IV 207.
Dampfmaschine von P. Vandenkerchove IV 206.
Dampfmaschinen, Woolf'sche IV 204.
Dampfmaschinen, die, und ihre Concurrenten I 193.
Dampfmaschinen, neue Construct. I 221, II 148, V 203.
Dampfschiffe II 173.
Dampfspannung, Erniedrigg. der, als Ursache der Dampfkesselexplosion III 224.
Dampfstrahlpumpen V 234.
Dampfwagen II 173.
Dampfwagen, Yarrow's I 234.
Daniell'sche Kette V 159, 160.
Danskwerth I 333.
Dareste IV 369.
D'Arrest I 6, 53, 54, II 10, 12, V 5, 10, 19.
Dart & Co. IV 218, V 239.
Daubrée IV 18. V 25, 26.
Davanne I 132, 134.
Davis V 10.
Davis, Sebast. II 75.
Davy, H. I 166, 268, V 170, 173.
Dawes, R. W. I 37.
Dayman, Jos. III 173, 179.
De Chodzko IV 186.
Decylen IV 324.
Decylwasserstoff II 266.
Deike, E. V 20, 21.
Delambre I 59.
Delaporte, L. II 153.
De la Provostaye V 143.
De la Rive I 158, 262, III 86, V 131, 132, 133, 134, 135, 184.
Delaunay III 30, V 46, 53.
Deleuils Luftpumpe IV 57.
Dellmann, F. II 100.
Denza, Fr. V 24.
Depouilly II 295, 297, 300, 304, 305, 306, 307, 310.
Dering II 103.
Des Cloiseaux III 106, IV 120, V 124, 125, 126.
Desains V 143, 146, 147, 148, 149.
Desinfectionsmittel III 379.
Desor IV 168.
Destillationsapparat, Coupier's II 300.
Destillationsapparat, Bohl's II 300.
Deville, Sainte-Claire I 83, 269, 274, 289, II 229, III 337, IV 31, 120, V 50, 110, 383.
Diakonow IV 385, 386.
Dialyse III 38.
Diamant III 122, V 263.
Diamine II 292.
Diamylen II 261.
Dianium I 255.
Diastase IV 377.
Diathermansie des Sylvins V 142.
Didion I 161.
Diffusion von Flüssigkeiten III 33.
Dimock, J. V 214.
Dinitrobenzol II 275.
Dinse, A. III 232.
Diogenes v. Apollonia I 18.
Diphenylamin II 322.
Dispersion IV 95.
Dispersionskraft der Gase V 160.
Dissociation I 247.
Ditscheiner, L. II 56, V 96.
Dixon I 58.
Dock's, hydraulische II 159.
Dods III 101.
Dolomite II 230.
Dom Pedro II., II 19.
Donati I 14, II 10.
Donkin I 181.
Donkin & Co. IV 208.
Donny III 222.
Doppelbrechung des Lichtes II 64.
Doppler, Chr. IV 27.
Dove I 35, II 61, III 103, IV 166, 172.
Drais von Sauerbronn V 199.
Draper I 134.
Draper, J. W. III 39.
Drechsel IV 354.
Drehungsvermögen des Zuckers II 67.
Dreuze V 199.
Drucktelegraphen, Morse's I 171.
Drummond'sches Licht IV 271.
Drusenschwarz IV 332.
Dubied u. de Watteville V 228.
Duboscq I 168, IV 85.
Dubrunfaut IV 377.
Duchemin, E. II 101, V 121, 161.
Duclaux, E. IV 277.
Dufour, Ch. II 121, III 222.
Dufour, L. II 82, 89, IV 173.
Dullo V 307.
Dulong III 77, 80, V 101, 102.
Dulong & Petit's Gesetz I 251.
Dulos III 166.
Dumas I 167, III 418.
Du Moncel I 157, 174, IV 162.
Dunér V 57.
Düngesalz II 229.
Duodecylen IV 324.
Duodecylwasserstoff II 266.
Dupuit, J. III 56.
Dupuy de Lôme IV 210.
Dusch IV 255.
Du Tremblay I 104.
Dutrochet III 34.
Dybkowski III 317.
Dynamide I 97.
Dynamometer V 188.

## E.


Earnshaw V 72.
Eau de Javelle V 258.
Ebbe u. Fluth, Einfl. auf d. Länge d. Sterntags III 28.
Ebene, schiefe, System Agudio IV 240.
Eckhardt, C. III 35.
Eckhardt, Paul V 332.
Edlund, E. I 114, V 130.
Eichenrinde IV 363.
Eichens IV 87.
Eichwald, E. II 342.
Eieralbumin II 337.
Eieralbumin, Abscheidung II 337.
Einweich-Flüssigkeit, zuckerhalt. IV 404, 406.
Eisapparat, Grubeaud's I 106.
Eisapparat, Kirks I 109.
Eisbereitung, künstliche I 106, IV 125.
Eisbildung im Meere I 113.
Eisen I 279, II 231, III 351, IV 289, V 311.
Eisen, allotrop. Zustände II 232.
Eisen, Anstrich für III 350, 369.
Eisen, Bronziren I 298.
Eisen, Frischen I 281.
Eisen, galvanisirtes III 349.
Eisen, nickelhaltiges I 82.
Eisen, Struktur II 235.
Eisen, Ursachen d. Verschiedenh. d. Eisensorten III 352.
Eisen, Verkupferg. IV 292.
Eisen, Verquecksilberung V 326.
Eisen, f. Wasserstoff durchdringlich IV 32.
Eisenalaun III 373.
Eisenbahnen IV 231.
Eisenbahnen, pneumatische I 236, 244.
Eisenbahnen, secundäre II 174.
Eisenbahnen, Statistisches IV 232.
Eisenbahnschienen, combinirte IV 234.
Eisenbahnschienen, stählerne IV 234.
Eisenbahnschienen, Verbessergn. IV 233.
Eisenbahnsystem, Fell's II 174.
Eisenbeize III 372.
Eisenglanz III 125.
Eisenindustrie, Epochen der I 285.
Eisenmangan II 236.
Eisenmennige III 369.
Eisenmeteoriten II 15.
Eisenniederschläge, galvanische V 166.
Eisenoxydul-Ammoniak, schwefelf. III 371.
Eisenverbindungen, Flammenreact. III 289.
Eisenvitriol III 370.
Eisenvitriollösung, specif. Gewicht III 370.
Eismaschine von Carré IV 125.
Eismaschinen I 105.
Eiweißartige Stoffe II 334, IV 376.
Ejector, pneumat. I 242.
Ekgonin II 287.
Elaylgas I 336, II 251.
Elder & Randolph IV 206.
Elektricität I 154, II 90, III 136, IV 127, V 149.
Elektricität, Anwendungen der I 159, 161.
Elektricität als Leuchtmittel I 165, 169.
Elektr. Erscheinungen, neue Theorie der II 90.
Elektr. Funken, Spektrum V 114.
Elektromotor, Cazal's V 206.
Elektrisirmaschine v. Carré V 153.
Elektrisirmaschine v. Kundt V 153.
Elektrisirmaschine von W. Holtz II 97, III 136, V 149.
Element von Rey V 161.
Elemente I 249.
Elemente, die, und Verbindungen ders. I 253, II 219, III 298, IV 268, V 251.
Elemente, Unzerlegbarkeit der I 252.
Elkington, J. B. III 152, 170.
Ellery, R. J. II 10.
Elster, S. V 182.
Ellner III 8.
Emailliren eisern. Gegenstände III 369.
Emailphotographie V 121.
Emerald green II 323.
Encke I 73, II 3.
Encke'scher Komet V 9.
Endosmose III 33.
Engelhardt II 281.
Engelmann V 31.
Engerth-Maschine IV 238.
Entglasen, Ursache IV 313.
Eratosthenes I 55.
Erbium I 255.
Erde, Abweichungen von d. mittleren Gestalt der I 65.
Erde, Gestalt der I 57.
Erde, Größe der Abplattung I 58, 63.
Erdöl I 337.
Erdölproduction in Galizien I 339.
Ericsson, Joh. I 105, 194, IV 217.
Erscheinen eines Sternes, plötzliches III 23.
Erscheinungen, elektrische, neue Theorie der II 90.
Erythrocentaurin IV 374.
Escher von der Linth IV 168.
Essig, neue Bereitungsweise IV 355.
Essigsäure IV 355.
Etagenrost, Langen'scher II 136.
Eukrit II 16.
Euphorbon IV 375.
Evans, D. I 224.
Everest I 59.
Everett, Will. E. III 179.
Evrard's Ventilator V 239.
Expansionsvorrichtung II 150.
Explosionsfähigkeit des Gases II 259.
Extraction mittels Schwefelkohlenstoff II 277.
Extraction mittels Petroleumbenzin II 277.
Extraction von Gold, Silber 2c. III 329.
Eytelwein III 56.


## F.


Faber I 100.
Fabian II 283.
Fabricius, David I 49.
Fabricius, Joh. I 29.
Fairbairn I 81.
Faraday III 86, 237, IV 317, V 66, 128, 129, 130, 131, 183.
Färberalizarin IV 401.
Farbstoffe I 348, IV 394.
Farbstoffe der Kreuzbeeren IV 394.

Farbstoffe, organ. Bestimmung IV 261.
Farbenbestimmung der Gestirne V 126.
Farcot u. Sohn I 101.
Fargier I 128.
Faßhähne, Metall für II 241.
Fäulniß IV 247, 255.
Fäulnißhefe IV 263.
Faye I 19, III 10, 14, IV 9, 10, 11, 12.
Fechner V 89.
Federstahl I 283.
Feichtinger III 414.
Feinspinnen des Flachses II 190.
Fell II 174, III 348.
Ferment IV 248, 267.
Fernel I 56
Fernet, E. V 181, 182.
Ferricum II 233.
Ferrosum II 233.
Fette I 328, II 277, IV 344.
Fette, Schmelz- u. Erstarrungspunkte IV 345.
Fette, natürl., Schmelzpunkt IV 344.
Fette, Verseifung der I 335.
Fette, natürl., Zusammensetzung IV 344.
Fettgehalt d. Wassers, Einfluß auf d. Dampfkessel III 212.
Fettsäuredarstellung I 330.
Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft II 131.
Feuerkugeln II 12, IV 15, V 10, 20.
Feuerkugeln, Analyse V 22.
Feuerkugeln, merkw. I 26.
Feuerung, rauchverzehrende, Guérins IV 187.
Feuerungsanlage, Zeh'sche IV 186.
Feuerungsanlagen II 134.
Feuquières V 167.
Fibrin II 340.
Fibrinogene II 340.
Fibroin II 344.
Field, Cyrus W. III 172.
Figuier I 79.
Finger, H. III 226.
Fink V 240.
Fischer, J. C. III 334.
Fischthran-Kalkseife, Produkte d. trockn. Destillation IV 323.
Fittig II 276.
Fixsterne, Spektra verschied. II 28.
Fixsterne, Spectraluntersuch. IV 24, V 59.
Fixsternlicht, Wasserstoff im IV 35.
Fizeau I 157, III 122, IV 94, 118, V 124, 126.
Flachs, Feinspinnen II 190.
Flachsbearbeitungs-Maschine von Rowan II 187.
Flachsbreche von Guild II 186.
Flachsbreche von Dickson II 186.
Flachsbreche von Friedländer II 187.
Flachsbrechmaschinen II 186.
Flachshechelmaschinen II 189.
Flachsindustrie, die II 183.
Flachsschwingmaschine von Mertens II 188.
Flachsschwingmaschine von Friedländer II 188.
Flammen, singende III 86.
Flammenbasis III 270.
Flammenfärbung d. Körper III 277.
Flammenreactionen, Bunsens III 268, 365.
Flammenzeiger IV 68.
Fleck, H. III 342, 343, 388, V 343.
Flecke, dunkle, in der Sonnenscheibe II 7.
Fleitmann I 260, II 219.
Fligely, v. I 68, 70.
Flüchtigkeit d. Körper III 275.
Flückiger IV 369, 370, 375.
Flugzeit der Geschosse, Messung der I 159.
Fluor V 256.
Fluornatrium V 364.
Fluorsilber V 256.
Fluorwasserstoff V 257.
Flüssigkeit, gelbe V 354, 357.
Flüssigkeiten, Diffusion III 33.
Flußsäure V 257.
Föhn, Ursprung des IV 166.
Forbes I 301, III 404, V 330.
Foucault I 125, 157, 167, III 100, 108, IV 85, V 173, 175.
Fougeraux I 17.
Fouqué, F. V 382.
Fourier IV 65.
Fourneyron II 169.
Frankfurterschwarz IV 332.
Frankland III 258, 259, IV 333, V 50, 110, 301.
Franklin I 157.
Fraunhofer, J. I 117.
Fraunhofer'sche Linien I 117, 125.
Fraunhofer'sche Linien, Wellenlängen der V 96.
Freese, E. V 326.
Freia, Planetoid I 6.
Fremy I 79, 137, 192, 332, V 339.
Fresenius III 311.
Freund I 90 II 67, V 123.
Freudenthal, Ed. II 135.
Fricke V 261, 334.
Friedländer, Jos. II 187, 186, 191.
Frischen des Eisens I 281.
Fritsch, G. v. IV 170, V 31.
Fritz IV 181, 182.
Fritzsche V 264.
Fuchs, H. III 341.
Fuchs, J. IV 350.
Fuchsin II 314.
Fuchsinschmelze II 314.
Funkeninduktor, Rühmkorffs I 154.
Funkeninduktor, R's., Anwendungen I 158.
Fürchtenicht III 241.
Fuß IV 21.

## G.

Gaffield, J. V 370.
Gährung I 342, IV 248.
Gährung, geistige IV 253.
Gährungsprozesse, Theorieen z. Erklärg. ders. IV 241.
Gahnit III 123.
Gaiffe's Gravirmaschine I 163.
Galle I 6, V 18, 21, 23.
Galilei I 29. 41.
Gallenfarbstoffe IV 386.
Gallenroth IV 386.
Galloway u. Son IV 190.
Gallussäure, Ueberführg. in Gerbsäure IV 369.
Galvanische Elemente, neue II 100, V 155, 164.
Galvanographie III 166.
Galvanoplastik V 166.
Galvanoplastik, Anwendungen III 163.
Galvanoplastik, Verfahren III 153.
Galvanoplastik, Fortschritte der III 153.
Galy-Cazalat I 243.
Garanceux IV 401.

Garancin IV 401.
Garay, B. de II 182.
Gärbstahl I 283.
Gas, ölbildendes II 251.
Gasatome, physikal. I 250.
Gasfeuerung II 140.
Gaskraftmaschine I 105, II 153, IV 220.
Gaskraftmaschine, atmosphär. IV 222.
Gasmaschine, Lenoir's I 211.
Gasmaschinen z. atmosph. Gasbeleuchtung IV 329.
Gasmoleküle, Bestimmg. ihrer Größe II 45.
Gaswasser I 309.
Gase, Dispersionskraft, der V 100.
Gase, Durchgang durch Colloidscheidew. III 39.
Gase, Explosionsfähigkeit II 259.
Gase, Durchgang durch glühende Metallwandgn. III 39, 46.
Gase, Spektra in Geißler'schen Röhren V 102.
Gasolen II 265.
De Gasparis I 46, II 5.
Gassendi V 52.
Gassiot I 123, V 170.
Gasteiger, A. v. V 213.
Gätschenberger, L. V 341.
Gaube, Fr. IV 358, 362.
Gauß III 201.
Gautier, E. I 42.
Gay-Lussac I 134, 193, II 83, 126, III 72.
Gehirnsubstanz I 351.
Geißler III 126, IV 50, 51, V 185, 186.
Geißler'sche Röhren I 158.
Geitner I 308.
Gelatine IV 388.
Gelatine, farblose IV 388.
Gelatine, unlösliche IV 389.
Gelatinematrizen III 158.
Generatio spontanea IV 252.
Geradführung, cylindrische IV 216.
Gerbsäure, pathologische IV 364.
Gerbsäure, physiologische IV 365.
Gerbsäuren u. Gerbstoffe IV 356.
Gerbstoffgehalt der Rohstoffe, Bestimmg. IV 356.
Gerhardt II 208, III 257, IV 251.
Gerlach III 345, 351, 370, 374, IV 279.
Gernez V 116.
Gesellschaften, astronomische I 75.
Geschosse, Messg. d. Flugzeit I 159.
Gestirne, Einfl. i. Bewegg. auf die Brechung des Lichtes II 39.
— Farbenbestimmung der V 126.
Giffard V 234.
Gintl, W. V 325.
Giles III 378.
Gin shi bu ichi V 292.
Girard I 132.
Girard u. Delaire II 314.
Gisborne, F. N. III 171.
Gisete III 389.
Gladstone I 118, IV 93.
Glaisher III 109, 111.
Glanzvergoldung II 239.
Glas IV 312, V 367.
Glas, Einfl. des Sonnenlichts auf die Färbung V 370.
Glas, Farbe u. Färbung IV 316.
Glas, Gelbwerden desselb. IV 317.
Glas, Goldverzierg. auf photogr. Wege IV 113.
Glas, Rothwerden durch d. Sonnenlicht IV 317.
Glas, durch Säuren nicht zerstörbares IV 317.
Glas, Vergoldung IV 318.
Glas, Versilberung IV 318.
Glashäfen, Thon für III 393.
Glas-Kunstarbeiten V 369.
Glasretorten z. Schwefelsäurefabrikation III 305.
Glaswolle V 231, 369.
Glaubersalz II 229.
Gliadin II 342.
Glisenti's Gußstahl III 365.
Globulin IV 382.
Glonoin I 348.
Glühen des Gußeisens III 367.
Gluten-Casein IV 376.
Glutin II 342.
Glyceride I 328.
Glycerin III 310, IV 349.
Glycerin, erhitzend wirkendes IV 351.
Glycerin geg Brandwunden IV 350.
Glycerin z. Conservirung v. Holzgefäßen IV 350.
Glycerin z. Geschmeidigerhalt. thier. Blase IV 351.
Glycerin beim Gypsguß IV 350.
Glycerin geg. Husten IV 350.
Glycerin zu Kitt IV 351.
Glycerin, krystallisirtes IV 352.
Glycerin, mildes IV 351.
Glycerin, Reinigung II 282.
Glycerin, Wassergehalt II 283.
Glycerin im Weinkeller IV 351.
Glycerinsäure, transpar. IV 349.
Glycilorид I 329.
Glyphographie III 166.
Gmelin IV 230.
Gobley IV 385.
Gold II 239, III 327.
Gold, Amalgamation III 327.
Gold, Extraction III 329.
Gold, Abscheidung III 333.
Goldchlorid IV 116.
Goldpräparat z. Glanzvergoldung II 239.
Goldproduction Rußlands III 327.
Goldpulver I 300.
Goldpurpur III 334.
Goldschmidt, H. I 50.
Goldverbindungen, Flammenreact. III 292.
Godin I 57.
Gorup-Besanez, v. III 301.
Gottschalk II 222.
Grabowsky IV 395.
Gradmessung, die mitteleurop. I 55.
Gräger, N. III 345, 376.
Graham, Th. I 252, III 38, 39, 40, 44, 46, 48, IV 35, V 62, 253.
Graphit V 264.
Graphit, Analysen IV 276.
Graphit, elektr. V 268.
Graphit, engl. V 265.
Graphit in der Galvanoplastik III 161.
Graphit des Gußeisens V 268.
Graphit, natürl. V 268.
Graphit, Reinigung II 222, III 322.
Graphitlager in Sibirien II 223.
Graphitlager von Brunn-Taubitz II 223.

Graphitsäure II 222.
Graphium II 222 V 266.
Gravirmaschine, Gaiffe's I 163.
Grebenau, H. III 59.
Green II 128, 132.
Greg V 14, 15, 18.
Gresham, J. V 214.
Griffin, G. F. IV 238.
Griffith, J. I 225.
Grosby, Ch. V 220.
Grosch, L. II 20.
Grotowsky V 400.
Grove'sche Kette V 155, 157.
Grover u. Baker V 208.
Grubeaud's Eisapparat I 106.
Grumbert, G. H. V 170.
Grundeis I 113, 115.
Grundirsalz IV 282.
Grüne, Wilh. II 78, IV 113.
Guanidin II 292.
Guanin II 292.
Guarana II 287.
Guericke, O. v. IV 52, V 169.
Guérin, J. II 149, IV 187.
Guibout, V 206.
Guillemin III 11.
Guinet's Grün V 287.
Gummi IV 370.
Gummi unlöslich zu machen IV 370.
Gurlt, A. I 82.
Gurney, G. II 225, IV 193.
Gußeisen, Bestimmung d. Schwefelgehalts V 324.
Gußeisen, Bronzirung IV 293.
Gußeisen, Darstellung I 286.
Gußeisen, Eigenschaften I 287.
Gußeisen, Glühen III 367.
Gußeisen, hämmerbares I 285, III 366, V 323.
Gußeisen, Versilberung V 325.
Gußformen, Herstellg. III 366.
Gußstahl I 283, III 364.
Gußstahl, Darstellg. nach Martin's Verf. IV 289.
Gußstahl-Dampfkessel I 215.
Guttapercha-Matritzen III 159.
Gwosdew, Iw. IV 383.
Gwynne u. Co. V 233, 240.
Gyps, Löslichkeit i. Wasser IV 312.
Gyps, f. Verhalt. i. Wasser bei höh Temp. III 405.
Gypsbrei, Verzög. der Erhärtg. V 337.
Gypsmatrizen III 156.

## H.

Haare, Färben der III 383.
Haarhygrometer IV 165.
Haase, C. II 7.
Hagen I 101, III 55, 56.
Hagenbach IV 18.
Hager III 377, IV 341.
Haidinger, v. V 22, 25.
Halette I 239.
Halley I 71, III 28.
Hallier IV 257.
Hallwachs, W. IV 359, 363.
Hämatin IV 382, 384.
Hämin IV 382.
Häminkrystalle IV 383.
Hammelfett IV 344.
Hammer, C. IV 356.
Hämoglobin IV 381.
Hänel, Ed. II 169.
Hankel, W. II 90, 104.
Hann, J. IV 170.
Hansbrow V 235.
Hansen I 70, III 29, V 28.
Hansteen I 60.
Harbordt, K. II 249.
Harding I 4.
Hardwich I 135.
Hargreaves, J. IV 288, V 311.
Harrison, C. W. II 171.
Harrison's Dampfkessel I 217.
Harrison's Eismaschine I 107.
Harmonika, chemische III 86, IV 77.
Harmonika, chem., Theorie III 96.
Härtemasse f. Sägeblätter III 358.
Hartig III 243.
Hartnack u. Prasmowski III 106.
Härtungskohle III 353.
Hartwich IV 236.
Hasler u. Escher III 129.
Hatt V 40.
Hauck III 91.
Heaton IV 288, V 311.
Hebewinden, hydraul. II 166.
Heeren, M. III 161.
Hefe I 342.
Hefe, Entstehung IV 254.
Heidenhaus, E. I 146.
Heinz, H. J. IV 369.
Heis I 50, II 13, V 13, 14, 15, 19, 49.
Heißguß-Porzellan V 367.
Heißluftmaschinen II 153.
Heißluftmaschine v. Wilcox I 203.
Heißluftmaschine von Laubereau I 205, 208.
Heißluftmaschine v. Belou I 200.
Heißluftmaschine v. Windhausen I 210.
Hekate, Planetoid V 4.
Helena, Planetoid V 4.
Heliographie I 147.
Heliostat, Foucault's IV 85.
Helmholtz I 85, IV 66, 171, 252, V 75, 86, 88, 89, 90, 91, 99.
Helwig IV 385.
Hencke I 4.
Henrichsen V 213.
Henson III 222.
Heptoylen II 249.
Heptylen II 261.
Heptylhydrür IV 324.
Heptylwasserstoff II 264.
Hermann u. Pfister V 137.
Herr, J. I 68.
Herrick V 17, 19.
Herschel III 105.
Herschel, A. III 11, 14, V 14, 18, 30, 40, 46.
Herschel, John I 38, 50, 54, II 27, III 75, V 93, 124.
Herschel, Will. I 3, 35, 44, 46, 50, 54.
Hesse, O IV 393.
Hevel I 47, II 10.
Hexoylen II 249.
Hexylen II 261, IV 323.
Hexylhydrür IV 324.
Hexylwasserstoff II 263.
Hick I 216, II 155.
Hick, Hargreave & Co. IV 213.
Hiffelsheim I 88.
Higgins III 86.
Himmelskörper, Spektra der I 129.
Hind I 10, 54, II 10, III 11, 23.
Hipp, M. I 174, V 138.
Hipp's Chronograph IV 71.
Hirn, G. A. I 95, III 131, 235, IV 227, V 188.
Hirsch I 70.
Hirsch, Ad. V 140.
Hirzel, H. IV 340, 348, 351, V 348.

Hittorf IV 54. V 103, 105, 110, 114, 115, 184, 185.
Hlasiwetz IV 395.
Hochstetter, F. v. I 27.
Hoffmann V 96.
Hoffmann, C. III 305, V 252.
Hoffmann, H. IV 260.
Hofmann, A. W. II 193, 221, 293, 311, 312, 316, 319, 320, 322, 323, IV 350.
Hofmann, P. W. V 262, 356.
Höhenrauch I 268, II 121.
Hohlspiegel, versilberte III 100.
Holosideriten IV 19.
Holosterikbarometer IV 46.
Holtz, W. II 97, III 136, V 149, 151, 185.
Holtz'sche Röhre V 185.
Holwarda, J. Ph. I 49.
Holz braun zu färben IV 373.
Holzanstrich geg. Verbrennung IV 310.
Holzkohle, Absorptionsvermögen III 320.
Holzkohle z. Beförderung d. Oxydation III 321.
Holzstoff für Papier IV 373.
Hoppe-Seyler II 334, III 405, IV 379, 382, 384, 385.
Hormiscium IV 259.
Hörnes V 25.
Horrox I 72.
Hoskins, R. III 174.
Hot-cast Porcelain V 367.
House I 172.
House, J. A. u. H. A. V 223.
Houzeau I 263.
Howard, J. u. F. IV 194.
Howardit II 16.
Howe, A. B. V 205.
Howe, Elias V 200, 217.
Howlett I 36.
Hubbard, J. P. V 221.
Huber III 210.
Huch, E. H. I 210.
Hudson, W. L. III 177.
Hugand V 212.
Huggins, W. II 28, III 26, IV 14, 35, V 45.
Hughes, D. E. I 172.
Hugon IV 220.
Hugoulin IV 353.
Humboldt, A. I 25, III 4, 23, 72, V 54.
Humphrey V 401.
Humphreys III 57.
Hunter, John III 320.
Hurtzig III 276.
Husemann II 291, III 317.
Huxley, Th. H. III 175.
Huyghens I 57.
Hydraulik III 55.
Hydraulische Presse II 154.
Hydraulische Presse, Anwendungen II 158.
Hydrogenium V 253.
Hydrographitoxyd V 269.
Hydrooxygengas-Beleuchtg. IV 271.

## J.

Jack, James III 212.
Jackson & Co. V 220.
Jacobi, M. H. III 153, V 168.
Jacobson I 350, III 350.
Jacquelain I 167, V 173, 174.
James I 59, 150.
Jamin V 101.
Janssen, J. III 107, 109, 110, IV 6, 7, V 31, 40, 41, 43, 46, 48, 49.
Janthe, Planetoid V 4.
Jargonerde V 329.
Jargonium V 329.
Jean V 364.
Jeannin, Gebrüder V 237.
Jenks, G. L. V 221.
Jenny, K. IV 204.
Ilgen IV 331.
Indigcarmin IV 395.
Indigcarminlösung IV 362.
Indigo IV 395.
Indigoküpe IV 395.
Indium I 125, 258, IV 286.
Indiumoxyd I 259.
Indiumverbindungen, Flammenreact. III 289.
Inductionsapparate I 155.
Inductionsströme, Erzeugung II 96.
Influenzmaschine, die II 97, III 136.
Influenzmaschinen, Verbesserungen der V 149.
Ingenieurphotographie IV 109.
Injektoren V 234.
Instrumente, selbstregistr. meteorol. IV 157.
Interferenzerscheinungen, Apparate z. Studium der V 91, 92, 93.
Jo, Planetoid II 6.
Jod, chem. reines III 311.
Jod, Nachweisg. m. Stärkekleister III 311.
Jodallyl II 259.
Jodidbeschlag III 281.
Jodkalium III 319.
Jodsilber III 337.
Jodsilber, Einwirkung des Lichtes auf I 137.
Jodsilber, merkw. Verhalten bei steig. u. abnehm. Temperatur IV 119.
Jodviolett II 318.
Jodwasserstoff III 318.
Johnson I 288, V 284, 291, 293, 303.
Jokisch III 310.
Jolly, J. P. II 147, III 34, IV 54.
Jones V 219.
Joule, J. P. I 94.
Iridium, Einwirkung auf Kupfer V 292.
Iridiumverbindungen, Flammenreact. III 291.
Isambert V 100.
Isomerie, eigentliche II 243.
— physikalische II 243.
Jubel's Dampfmaschine I 222.
Jungkann V 303.
Juno, Planetoid I 4.
Jupiter, Planet I 46.
Ivison IV 188.

## K.

Kabel, atlant., Beschaffenheit III 183, 186.
Kabel, telodynam., von Hirn IV 227.
Kaffeebereitungsmethode, Liebig's II 288.
Kahl, C. III 76.
Kainit II 224.
Kaiser I 45.
Kaiser III 349.
Kaisergrün V 287.
Kali, salpetrigsaures III 313.
Kali, schwefelsaures I 320, II 228.
Kaliforniapumpe V 235.
Kalisalpeter I 320.
Kalisalze, Production der I 319.
Kalisalzindustrie in Staßfurt II 223.
Kalium II 223, IV 312.
Kalium, chlorsaur. V 365.

Kalium, übermangansaur. III 374.
Kalium, übermangansaur., Einfluß auf Metalle III 378.
Kalk-Schmelztiegel III 404.
Kalkseife I 330.
Kammersäure I 302.
Kammersäure, Concentriren III 304.
Kämtz IV 246.
Kant, J. III 32.
Kappeller, L. III 126.
Kapselkünste V 238.
Kapselräder V 238.
Karafane V 292.
Karlinski I 10, 11.
Kartoffelstärke IV 370.
Kautschuk, Absorptionsvermögen III 39.
Kautschuk, künstl. III 303.
Kayser V 21.
Kayser, E. III 223.
Kekulé I 248.
Kepler I 3, 44, II 12, V 52.
Kernhefe IV 263.
Kernzellen IV 263.
Kerofelen II 265.
Kerosen II 266.
Kesselstein, Verhütung III 210.
Kettendampfschifffahrt III 178, V 199.
Kettenpumpen V 233.
Kieselerdeverbindungen, Flammenreact. III 295.
Kieselsäure, amorphe IV 297.
Kieselsäure, krystallisirte IV 298.
Kinkle u. Hubbe III 249.
Kirchhoff I 40, 116, 118, 128, III 107, IV 8, 10, V 33, 75, 86, 95, 98.
Kirk's Eiserzeugungsapparat I 109.
Kiserit I 318.
Klangfarbe, Apparat z. Studium der IV 65, V 89.
Klaproth III 216.
Kleesäure I 327.
Kleesäure, Darstellung I 327.
Kleber vom Weizenmehl II 341.
Klein, Eug. V 168, 169.
Klingelzüge, pneumatische II 170.
Klinkerfues, W. II 39, IV 29.
Klotz, M. V 211.
Knab I 333, IV 346.
Knaff V 292, 309.
Knaffl III 336, V 376.
Knallgastheorie III 214.
Knoblauch V 143, 144, 145.
Kobaldverbindungen, Flammenreact. III 290.
v. Kobell I 255, III 166.
Köchlin, Cam. IV 399.
Kohlebilder, photograph. I 138.
Kohledruck, photogr. IV 96.
Kohlencylinder, Reinigung der II 102.
Kohlenhydrate I 345.
Kohlenlicht-Regulatoren I 167, V 174, 181.
Kohlenoxyd I 326.
Kohlenoxyd, Zerlegbarkeit I 327.
Kohlenoxydgas V 273.
Kohlenoxydgas, gesundheitsgefährl. V 273.
Kohlensesquisulfid III 323.
Kohlenstoff II 221, III 320, IV 276, V 263.
Kohlenstoff, allotrop. Zustände II 221.
Kohlenstoff, seine Rolle bei der Eisen- u. Stahlbereitung 1, 289.
Kohlenstoffarten, Immediat-Analyse der V 267.
Kohlenstoffoxysulfid IV 278.
Kohlenwasserstoffe II 243, IV 321, V 380.
Kohlenwasserstoffe als Leuchtstoffe I 335.
Kohlenwasserstoffe, Trennung der II 297.
Kohlenzink-Elemente, galvan. II 101.
Kohlepapier, photogr. IV 97.
Kohn, F. V 313, 317.
Kolb III 315, 419, 420, 421, 422, 424, V 258.
Kolbe II 334, III 251, V 247.
Kolbenpumpen V 235.
Kölle IV 246.
Komet, Biela'scher II 11.
Komet, Encke'scher II 10.
Komet, Faye'scher II 11.
Kometen I 9, II 9, III 4, IV 4, V 4.
Kometenfurcht I 11.
Kometenspiegel, Hartmann's I 11.
König, Rud. III 75, 86, IV 60, 62, V 68, 74, 89, 91.
Kopp IV 401, 403.
Kopp'sches Gesetz I 252.
Koppe V 31.
Kornmann, L. IV 217.
Körper, athermane, diathermane I 90.
Korund III 125.
Kraft, katalytische IV 245.
Krahvogl, Joh. IV 151.
Krahvogl's Quecksilberluftpumpe IV 56.
Krantz, A. V 23.
Krappblumen IV 401.
Krappextract, orangegelb. IV 407.
Krappextract, pectinhalt. IV 406.
Krappextract von Pernot IV 402.
Krappextracte, Darstellung IV 403.
Krappfarbstoffe IV 398.
Krapppigmente IV 399.
Krapppräparate IV 398.
Kreiselräder II 168.
Kreittonit III 123.
Kreosot II 276.
Krieger III 337.
Krönig I 98.
Krupp'sche Gußstahlfabrik I 283.
Kryolithglas V 367.
Kryptokiderit IV 19.
Krystalle, Ausdehng. durch die Wärme III 121.
Krystalloide III 38.
Kubel IV 375.
Kuhlmann I 80, 324.
Kühne, W. II 339.
Kundt, Aug. III 78, 81, V 67, 68, 72, 77, 78, 81, 84, 85, 86, 112, 113, 114, 153. 155.
Kunheim IV 292.
Kupelwieser III 360, V 319.
Kupfer III 343, V 291.
Kupfer, Aetzflüssigkeit für III 344.
— Aetzgrund III 344.
Kupfer, Einwirkg. des Iridiums auf V 292.
Kupfer, Einwirkung der Schwefelsäure auf V 291.
Kupfer, pulverförm. V 291.
Kupfer schwarz zu beizen V 292.
Kupfer, schwefelsaures III 345.
Kupfer, Verbreitung im Thier- u. Pflanzenreiche III 343.
Kupferchlorid IV 117.
Kupferkies, Anwendg. in d. Elektricität II 114.
Kupferlegirungen V 292.

Kupferlegirungen, Einwirkg. d. Säuren auf V 293.
Kupfermangan II 241.
Kupferoxyd - Ammoniak, schwefels. III 346.
Kupferplatten, platinplattirte III 326.
KupferrhodanürbilderI 141.
Kupferverbindungen, Flammenreact. III 292.
Kupfervitriol III 345.
Kupfervitriollösung III 154.
Kupfervitriollösung, spec. Gewicht III 345.
Küßing IV 251, 264.
Kuytenbrouwer III 72.

L.

La Caille I 58, 61, III 71.
La Condamine I 57.
Ladd, W. IV 142, 148.
Laffon I 153.
Lafontaine & Froment V 212.
Lagermetall II 241.
La Hire I 56, IV 15.
Laidlow V 238.
Lalande I 12.
Lamb V 225.
Lambert II 22.
Lambton I 59.
Laming'sche Masse, Wiederbelebg. IV 332.
Laming'sches Mittel, Verwendg. z. Schwefelsäurefabr. I 305.
Lamy, A., I 125, 257, IV 284, V 133, 134.
Landolt IV 94.
Lang, v. IV 382.
Lange, G. F. V 231.
Lange, Julius I 153.
Langlois V 375.
Laplace I 64, 96, III 28, V 75.
Largetau I 62.
Lardner I 180.
Larmanjat V 195.
Lassel I 46.
Lauberau, J. I 205, 208.
Laurent V 124.
Laurentiusgruppe V 13.
Laurylwasserstoff II 206.
Lauth I 350
Lavoisier I 17, 167, III 252, IV 244.
Lawrence's Eismaschine I 108.
Lea, Carey III 311.
Lebon IV 220.
Lecithin IV 385.
Leclanché, G. V 162.
Le Conte III 89.
Lefevre, E. V 381.
Lefort, J. IV 394.
Le Gavrian & Farineaux IV 206.
Le Gentil I 72.
Legirungen I 299.
Legirungen, kupferhalt. V 292.
Le Guen III 354, V 316.
Leibnitz I 179.
Leidenfrost'sches Phänomen III 215.
Legumin IV 376.
Lejeune III 129.
Le Maire I 58.
Le Monnier I 58, V 54.
v. Lenk I 346.
Lenoir I 105, I 211, IV 220.
Lepage III 310.
Leptothrix IV 259.
Leptothrix-Ketten IV 262.
Le Roux V 77, 171, 172, 174, 181.
Lescarbault II 6.
Leslie IV 125.
Lespiault I 27.
Lesse IV 170.
Letourneur V 38.
Letternmetall I 301.
Leuchtgas aus Petroleum II 252, IV 330.
Leuchtgasflamme, Natur der IV 333.
Leukanilin II 318.
Leune V 285.
Leverrier I 5, 72, II 7, III 15, V 28, 52, 53, 56, 57, 58.
Lewis, H. J. III 246.
Leyden III 317.
Leykauf, E. V 328.
Liais V 57, 58.
Licht, das elektrische V 169.
Licht, das elektrische, Intensität V 182.
Licht, Doppelbrechung II 64.
Licht, Drumond'sches IV 271.
Licht, Einfluß auf Mineralöle V 400.
Lichtarten, Wellenlängen verschied. II 56.
Lichtemission d. Körper III 274.
Lichtenfels A. v. V 316.
Lichterscheinungen, elektr., im luftverdünnt. Raume V 183.
Lichtintensität von Körpern d. Sonnenspst. II 23.
Lichtstrahlen, photochem. Wirkung der I 136.
Lichtstrahlen, photograph. Wirkung der I 136.
Lichtzeiger III 201.
Liebermann IV 390.
Liebig III 99, IV 246.
Liebreich, O. I 351, V 385.
Liellegg III 362, V 316.
Lies-Bordat II 285.
Liet V 167.
Ligroin II 265.
Ligroinlampe II 264, IV 329.
Lindenmeyer, G. IV 370.
Lindhagen I 69, 70.
Lindner, W. V 282.
Linné, Krater III 20.
Linsser I 45.
Lipylorhd I 329.
Lisganig I 58.
Lissajou I 157, V 92.
Lissajou'sche Figuren IV 59.
Lithion, kohlensaures I 321.
Littrow, C. v. I 68, IV 181.
Lizarinsäure IV 399.
Lochmaschinen, hydraul. II 164.
Lockyer V 45, 46, 47, 50, 110.
Lohrmann IV 15.
Lokomotiven I 231, IV 239.
Lokomotive, Straßen- I 224, 229, 231, 233, IV 238, V 195.
Loomis III 11, IV 179, 182.
Lorin II 284, 285.
Loschmidt, J. II 45.
Löschmittel IV 309.
Lossen II 287, III 344.
Loughlin, J. E. V 285, 287.
Loew, O. III 323.
Löwe, J. IV 359, 369.
Löwenthal, J. IV 360.
Lubricating Oil IV 337.
Lucin IV 377.
Lübecke V 239.
Ludwig III 35.
Ludwig, E. V 257.
Luft, athmosph., zur Eisbereitung I 109.
Luft, atmosph., Prüfg. auf Jod III 312.
Luft, comprim. im Bergwerksbetriebe II 172.
Luft, comprim., Anwendungen zu Transmiss. IV 230.
Luft, die, als Motor II 170.
Luftballonfahrten, Glaisher's II 126, 128, 130.

Luftbeschaffenheit, Einfluß auf das Sonnenspektrum III 106.
Luftpumpe, die IV 51, 57.
Luftpumpe v. Deleuil II 48.
Lunge, G. III 324, V 335, 365.
Luther, R. I 6, 7, II 6, III 4, IV 3, V 3.
Luynes II 260.
Lycin II 291.

## M.

Mac Curdy, J. S. V 220.
Mach IV 28.
Maclear II 10.
Mädler I 44, 47, III 21, 23, IV 15.
Magnesia als feuerfestes Material IV 307.
Magnesia, hydraul. Eigenschaften II 229.
Magnesiabacksteine IV 308.
Magnesia-Cemente II 230, III 399.
Magnesiaglas IV 314.
Magnesiastifte IV 272.
Magnesiatiegel III 405, IV 308.
Magnesium I 268, II 229, III 395, IV 307.
Magnesium, Darstellung I 269.
Magnesium, Eigenschaften I 271.
Magnesium, metall., Verhalten zu and. Körpern III 395.
Magnesium, reduc. Wirkung III 396.
Magnesium, schwefelsaures III 399.
Magnesiumamalgam III 396.
Magnesiumlampen I 273, III 398.
Magnesiumlicht I 272, 274, III 397.
Magnesiumlicht, Anwendungen I 272, 273.
Magnesiumsilber-Kette, galvan. II 104.
Magneteisenstein II 234.
Magnet. Hammer, Wagner's I 155.
Magnetismus I 154, II 90, III 136, IV 127, V 149.
Magnus, G. I 41, 193, V 77, 88, 143, 144.
Main I 46.
Mairan IV 180, 181.
Mallet IV 268, V 323.
Mallet, A. III 299.
Mallet, R. I 240, V 312.
Maltin IV 377.
Malus II 59, III 106.
Mangan III 374, IV 294, V 328.
Mangannitrat V 308.
Manganoxyd, künstl. III 376.
Manganoxyd, Wiedergewinnung IV 294.
Mangansaure Alkal. zu techn. Zwecken IV 295.
Manganverbindungen. Flammenreact. III 296.
Manganvitriollösungen, specif. Gewicht III 374.
Manuelli, G. IV 55.
Maraldi, Ph. I 44, III 71.
Marbach V 124.
Marcet I 114.
Marcus, S. II 110, 111.
Maréchal, C. R. III 300, 385, IV 270, V 118, 120.
Margueritte I 291, II 53.
Marié-Davy II 103.
Marignac I 262.
Marine-Galvanometer III 194, 200.
Marmé II 291.
Mars, Planet I 43.
Martens V 75.
Martin III 234.
Martin IV 400.
Martins III 72.
Martin's Gußstahl III 364, IV 289.
Martylamin II 311.
Mascart V 96, 98, 99, 100.
Maschine, calorische I 105, 194, 203.
Maschine, dynamo-magnetische IV 142, 146.
Maschinen, elektro-magnet. I 169.
Maschine, elektromagnet. von Wilde III 150.
Maschinen, dynamo-elektr. IV 138, 142, 146.
Maschinen, magnet.-elektr. IV 128, 135, 142, 146.
Mason I 58.
Mathiot III 155.
Matteucci III 90, IV 224, V 130.
Matthiessen, A. I 118, III 111, 116, V 134
Mathieu III 72.
Matrizen III 155.
Maubré, A. I 343.
Maudsley, Henry II 155.
Maupertuis I 58.
Maximumthermometer, Rutherford's III 127.
Maximum- u. Minimum-Thermometer v. Lallemand IV 121.
Maxwell II 46.
May & Co. IV 208.
Mayer, J. R. I 94, III 32.
Mayrhofer, C. v. I 82.
Mechain I 59, V 9.
Mechanik I 178. II 132, III 207, IV 184, V 188.
Medhurst I 237.
Meeresboden, Beschaffenheit III 173.
Mège-Mouriès I 335.
Méhu, C. IV 374.
Meidinger'sche Kette V 158.
Meißner I 268.
Melloni V 142, 143, 144, 146, 147.
Méne, C., III 372, 373, IV 276.
Mergel, dolomit. V 341.
Meridianmessungen, ältere I 55.
Merkur, Durchg. durch die Sonne V 51.
Merkuracetyl II 248.
Mesosiderit II 16.
Messier I 54, V 54.
Meßtisch, photogr. II 80.
Metall für Faßhähne II 241.
Metallamalgame III 341.
Metallbarometer IV 45.
Metallbeschlag III 280.
Metalle, Absorptionsvermögen III 50,
Metalle, Durchdringlichkeit f. Gase I 83, IV 30.
Metalle, Einfluß der Temperatur auf ihre Festigkeit I 81.
Metalle u. Metalllegirungen, Ausdehng. III 116.
Metallflächen, Amalgamirung III 332.
Metall-Legirungen II 240.
Metalllegirungen zu Thermosäulen II 111.
Metall-Thermographen III 128.
Metallthermometer V 135, 137.
Metamorphose I 249.
Meteor von Pultusk V 20.
Meteor v. Sanguis-Saint-Etienne V 25.
Meteore II 12.

Meteoreisen I 19, II 15.
Meteoreisen, Gehalt an Wasserstoff IV 34.
Meteoriten, Analyse III 19, IV 17, V 26.
Meteoriten, Eintheilung der IV 18.
Meteoriten-Sammlungen I 20.
Meteoriten, Ursprung I 22.
Meteoriten, Zusammensʒg. I 19. 22.
Meteoritenfälle, merkw. I 20.
Meteorograph von Hasler IV 163.
Meteorograph von Secchi IV 157.
Meteorologie II 116, IV 156, V 62.
Meteorsteine I 19.
Meteorsteine, chem. Zusammensetzung II 15.
Meteorsteine, Klassifikation II 15.
Meteorsteinfälle II 14, III 16, IV 15, V 10, 25.
Meteorsteinfälle, ältere I 15.
Methyl-Benzol II 276.
Methyl-Phenyl II 276.
Methylwasserstoff-Reihe II 261.
Meunier, Stanisl. IV 17, V 26, 254.
Meydenbauer IV 109, 110.
Meyer, E. V 377.
Meyer, R. E. IV 287.
Michaëlis, W. III 406, 409, 413, 415.
Michels, F. II 224.
Milchsäurehefe IV 265.
Miller, W. A. I 119, II 28, IV 35, 312, V 97, 99.
Miller, J. V 310.
de Milly I 330, 331, IV 346.
Miltitzer V 162.
Mineralöle I 337.
Mineralöle, Aufbewahrg. V 401.
— Einfluß d. Lichtes auf V 400.
Miriam, Planet V 4.
Mitchel I 45.
Mitchell, J. K. III 39.
Mitscherlich IV 245.
Mittermaier IV 170.
Moesta II 10.
Moigno, F. III 386.
Molare Theilbarkeit II 201.
Moleküle I 248, 249.
Molekulare Gleichung II 203.
Molekulare Theilbarkeit II 201.
Molekulargewicht I 250.
Molekulargewicht gasförmiger Elemente II 214.
Molekularphysik I 78, III 33, V 62.
Moll III 72.
Möller, A. II 11.
Möller, P. E. IV 199.
Moller, A. F. I 235.
Molybdän V 287.
Molybdänverbindungen, Flammenreact. III 293.
Momentanbilder I 145.
Monamine II 292.
Monckhoven, v. II 238.
Mond, L. IV 275, V 351, 356.
Mond, der III 19, IV 14.
Mond, Oberfläche I 46.
Mond, Veränderung seiner Oberfläche III 20.
Mond, Veränderungen am Krater, Linné IV 14.
Mondbewegg., Aceleration der III 29.
Monier IV 360.
Monnet IV 342.
Mononitrobenzol II 275.
Montrichard, Marquis de V 236.
Moorbrennen als Ursache des Höhenrauchs II 121, 124, 125.
Moore I 224, IV 149.
Morin I 81.
Morland, Sam. IV 159.
Morren V 97, 98, 132, 184.
Mosander I 255.
Moser I 136, IV 229.
Motard I 335.
Motor, Bourdon'scher IV 226.
Motoren, elektro-magnet. IV 149, 151.
Motoren, hydraulische IV 224.
Mouchez II 9.
Mouchot II 133.
Mousson, Albert IV 169.
Mousson's Spektroskop I 131.
Mucin II 342, IV 376.
Mucin, thierisches II 342.
Mudge I 59.
Mühlmann, Rich. IV 94.
Mülder V 115.
Mulder II 344.
Müller, Ad. I 288.
Müller, H. II 310, V 164, 166.
Mullock, Bischof III 171.
Mund III 317.
Murdoch I 224.
Muschenbroek I 25.
Muspratt V 281.
Müttrich IV 94.
Myosin II 339.
Myrbach V 75.
Myristhylwasserstoff II 266.

## N.

Nachtblau II 321.
Nadeltelegraphen I 171.
Nadler, G. III 312.
Nagel I 68.
Nagel, Aug. jun. V 241.
Nähmaschine V 200.
— Arm- od. Cylindermaschine V 201.
— Einfache Kettenstichmaschine V 202, 207.
— Doppelkettenstichmasch. V 203, 208, 209.
— Doppelsteppmaschinen V 203, 210, 217.
— Greifermaschine V 203.
— Anziehg. d. Oberfadens V 204.
— Bremsvorrichtg. V 204.
— Schalter od. Transporteur V 204.
— Howe-Maschine V 210.
— Unterspülchenpatronen V 211.
— Ueberwendlingsnahtmaschine V 212.
— Stickmasch. von Hugand V 212.
— Handnähmasch. V 214.
— Handschuhnähmaschine V 213.
— Cylinder- u. Armmasch. V 218.
— Knopflochmasch. V 220.
Naphtabraun II 315.
Naphtalin II 328.
Naphtalinfarben II 328.
Naphthamëin II 330.
Naphtazarin II 331.
Naphtylamin II 329.
Nascholt IV 349.
Nasmyth I 38, 44.
Naßspinnen des Flachses II 190.
Natron, carbolsaur. II 333.
Natronsalpeter z. Entkohlg. d. Roheisens IV 287.
Natrium III 415, IV 312, V 341.

Natrium-Amalgam III 327, 340.
Natrium, Aufbewahrg. III 415.
Natrium, mangansaures III 388.
Natrium, metall., Darstellung V 341.
Natrium, rohes manganſ. IV 295.
Natrium, übermanganſ. III 377.
Natrium, wolframsaures V 283.
Natrium-Zinnchlorid IV 282.
Natrium zu Zündrequisiten V 343.
Naturselbstdruck III 156.
Naudet, Hulot & Co. IV 46.
Navez I 160.
Neale u. Dubd IV 355.
Nebelflecken I 54, II 29.
Nebelsignalapparat IV 185.
Nekrolog f. d. Jahr 1864 I 355.
— f. d. Jahr 1865 II 347.
— f. d. Jahr 1866 III 426.
— f. d. Jahr 1867 IV 409.
— f. d. Jahr 1868 V 404.
Neptun, Planet I 5.
Neumann III 72.
Neumann, C. V 131.
Neumann, Ph. V 304.
Neumann, X. IV 232.
Neumayer V 14.
Neurin I 352.
Newcomb, S. IV 13.
Newcomen IV 222.
Newton, H. A. III 6, 14.
Newton, J. I 117, 161, V 17, 18.
Newton, Wilson & Co. V 207.
Ney V 161.
Nickel I 298, IV 109.
Nickelverbindungen, Flammenreact. III 289.
Nicklès, J. II 279, III 340, IV 308.
Nicol'sches Prisma II 65.
Niederschläge, Filtriren u. Auswaschen der V 243.
Niemann, A. II 287.
Niepce de St. Victor I 147, II 75.
Nitrilbasen II 294.
Nitrobenzol, Prüfung II 306.
Nitrobenzol, Ueberführung zu Anilin II 306.
Nitrocellulose I 345.
Nitroglycerin I 348, II 284.
Nitronaphtalin II 329.
Nitronaphtalinsäure II 329.
Nitroverbindungen I 345.
Nobel's Sprengöl I 348.
Nobili'sche Säule II 110.
Noddal, Capit. III 177.
Nöggerath, C. J. II 137.
Nollet IV 129.
Nollet u. v. Malderen IV 128.
Nonylen II 261, IV 323.
Nonylwasserstoff II 265.
Nordenskjöld, A. E. IV 284.
Norium I 256.
Normand III 240.
November-Phänomen I 25, III 6, V 10.
— Beobachtgn. III 6.
— Häufigkeit III 12.
Nürnberger Violett V 328.

## O.

Oberbau, eiserner f. Eisenbahnen IV 235.
Obernetter, J. I 141.
Obertöne-Apparat von Appum V 90.
Ochsenfett IV 344.
Octylen II 261, IV 323.
Octylwasserstoff II 265.
Oefen, gußeiserne, gesundheitsgefährlich IV 30.
Ofenregulator, selbstthätiger V 141.
Ohm, G. S. IV 66.
Oidium IV 259.
Olbers I 4, 22, III 5.
Oele, ätherische, Verfälsch. m. Alkohol II 318.
Oele, fette I 328, II 277, IV 344.
Oele, fette, Reaction z. Unterscheidg. ders. II 279.
Oele, fette, Verhalten a. d. Luft II 278.
Oelfarben, neue Bereitungsweise IV 353.
Oleïn I 29.
Oleïnsäure, Ueberführung in Palmitinsäure IV 349.
Oligosideren IV 19.
Oelsäure II 280.
Olmsted III 4.
Olry V 31.
Oenanthylen II 261, IV 323.
Oenanthylwasserstoff II 264.
Oppolzer, Th. I 6, III 4, IV 5, V 18, 32, 36, 37.
Optik I 116, II 52, III 97, IV 79, V 95.
Oersted I 170.
Osann, G. II 102.
Osborne, J. W. II 78.
Osmiumverbindungen, Flammenreact. III 291.
Ott, A. IV 337.
Otto & Langen IV 222.
Oudemans IV 355.
Outhier I 58.
Oxalsäure I 327.
Oxalsäure, Synthese IV 354.
Oxland, R. V 282, 288.
Oxydationsraum d. Gasflamme III 271.
Oxydbeschlag III 281.
Oxylizarin IV 400.
Oxynaphthylamin II 330.
Ozokerit I 340, II 272.
Ozon I 261, V 251.
Ozon, Darstellung I 262.
Ozon, Eigenschaften I 264.
Ozon, Entdeckung I 261.
Ozongehalt der Luft, s. Veränderlichkeit II 116.
Ozonide I 266.
Ozonpapier I 267.
Ozonwasser I 263.

## P.

Palladium V 62.
Palladium, Absorptionsvermögen III 48.
Palladiumverbindungen, Flammenreact. III 290.
Pallas, Planetoid I 4.
Pallasit II 15.
Palmer III 4.
Palmitin I 329.
Palmitylwasserstoff II 266.
Palmöl, Bleichen II 281.
Pandynamometer, Hirn'sche V 189, 193.
— elektrisches V 189.
— -Differential V 189.
Pantelegraph, Caselli's I 170, 174.
Papin, Dionys I 237.
Para-Casein II 342, IV 376.
Paraffin I 340, IV 342.
Paraffin, Nachweisg. von Stearinsäure in ders. IV 343.
Paraffin als Schmiermittel IV 342.

Paraffin zur Verhinderg. d. Schäumens II 220.
Paraffinöl IV 330.
Paraf Javal IV 348.
Paralbumin II 339.
Paraguaythee II 287.
Parallelkreisbögen, Messung von I 60.
Paranilin II 311.
Parapepton II 339.
Parker III 406.
Parkinson III 396, 397.
Parme II 318.
Parrot IV 392.
Parry V 72.
Parson & Pilgrim III 236.
Partsch V 22.
Pascal, B. I 179, II 154.
Pasteur I 342, IV 253.
Patent-Röhrenkessel von Gebr. Schultz I 218.
Patina V 295.
Patina, schwarze, auf Zink V 304.
Paul, H. P. V 322.
Payne IV 349.
Pearl hardening V 335.
Pectin, Pectinsäure IV 359.
Pelargylwasserstoff II 265.
Péligot I 299, III 305, V 328.
Pelouze I 79, II 262, 280, III 308, 423, IV 313, 325, 336.
Pendel, elektrobalastisches I 160.
Penicillium crustaceum IV 259.
Pentadecylwasserstoff II 266.
Periklas III 123.
Perlen, künstliche III 395.
Perlenessenz II 292.
Perret, F. C. III 247.
Perret & Sohn I 303.
Perrot I 157.
Peterim III 87.
Peters, C. H. F. II 6 III 3, IV 3, 21, V 4.
Pétin, Gaudet & Co. I 216.
Petrie, W. V 174.
Petroleum I 337, IV 321, V 380.
Petroleum, Aufbewahrung V 401.
Petroleum, deutsch. IV 329.
Petroleum, ein Produkt der Meervegetation II 268.
Petroleum, raffin. I 340, II 266.
Petroleum, Anwendungen V 401.
Petroleum zu Beleuchtungszwecken IV 328.
Petroleum, Entstehung IV 322.
Petroleum als Heizmaterial IV 334.
Petroleum als Lösungs-, Extractions- u. Reinigungsmittel IV 339.
Petroleum als Schmiermittel IV 336.
Petroleum zu medicinischen Zwecken IV 341.
Petroleum, physikal. Eigenschaften versch. Sorten V 383.
Petroleumäther I 339, II 264, IV 339.
Petroleumbenzin als Extractionsmittel II 277.
Petroleumdestillate, Entflammbarkeit IV 325.
Petroleumgas, Zusammensetzung V 381.
Petroleumgasapparat, Hirzels II 252, IV 330.
Petroleumhandel I 338.
Petroleumquellen in Amerika II 267, V 382.
— in Galizien II 272.
— in Hannover II 273.
— in Italien II 274.
— in Rußland II 271.
— in der Wallachei II 272, V 380.
Petroleumraffinerie II 274.
Petroleumterpentilöl II 265.
Pettenkofer III 318, V 307.
Pfaff, Fr. III 104.
Pfeifen mit Flammenzeigern IV 67.
Pfeiffer III 128, V 135.
Pferdebahnen I 224, 235.
Pflanzen-Casein IV 377.
Pflanzenfibrin II 342.
Phenyl II 275.
Phenylalkohol II 275.
Phenylamin II 292.
Phenylbraun I 351, II 334.
Phenylen II 317.
Phenylfarben II 333.
Phenylsäure II 276, 333.
Phenyltoluylamin II 323.
Phonographie IV 71.
Phosphor III 317.
Phosphor, Einfluß auf Schmiedeeisen u. Stahl V 321.
Phosphoreisen V 326.
Posphorescenz IV 88.
Phosphoroskop IV 88.
Phosphorsäure, Darstellg. III 318.
Phosphorsäure, Verhalten ihr. wässr. Lös. zu ihr. spec. Gew. III 320.
Phosphorverbindungen, Flammenreact. III 297.
Phosphorvergiftung, Theorie III 317.
Photogen I 337.
Photoglyphie, Talbot's I 146.
Photographie I 131, II 72, IV 96, V 118.
Photographie, Anwendungen der II 73.
Photographien, Beleben der I 137.
— Verbleichen der I 137.
— eingebrannte I 145.
— auf Holz I 153.
Photographie, Ingenieur-IV 109.
Photographie, mikroskop. IV 108.
Photographien, natürl. gefärbte II 75.
— auf Seide I 153.
— Vervielfältigung der I 146.
Photohyalographie V 120.
Photo-Kupferdruck I 151, IV 111.
Photolithographie I 147, II 78, IV 113.
Photometer IV 100.
Photoskulptur I 152.
Phototypie V 118.
Photozinkokraphie I 150.
Phtalsäure II 332.
Physik I 79, II 41, III 33, IV 30, V 62.
Piazzi, Jos. I 4.
Piazzi-Smyth I 51.
Picard I 56.
Pierre IV 155, V 37.
Pigeon III 226.
Pigmentdruck, photogr. IV 97.
Pikrinsäure II 333.
Pikromerit II 224.
Pilzgebilde, Kulturversuche IV 260.
Pilzgebilde als Ursache der Gährung IV 258.
Pincus V 158, 159, 162.
Pinksalz IV 282.
Pinkus, H. I 238.
Pinselschimmel IV 258, 261.
Pintus & Sohn I 234.
Pisani I 256, III 18, V 27.
Pixii IV 128.

Plana I 62.
Planet innerhalb der Merkursbahn II 6.
Planeten, neuentdeckte I 3, II 5, III 3, IV 3, V 3.
Planeten, Oberflächen der I 43.
Planetoiden, Tafel der I 7.
Planté III 169, 170.
Platin III 336, V 288.
Platin, reines, Darstellung V 288.
Platinchlorid IV 116.
Platinirungsflüssigkeit III 102.
Platinspiegel III 326.
Platinüberzug auf Thonwaaren V 333.
Platinverbindungen, Flammenreact. III 291.
Plaz & Remeth V 211.
Pleonast III 123.
Plücker IV 24, V 103, 105, 110, 111, 114, 115.
Pneumatische Eisenbahnen I 236.
Poggendorff I 137, II 89, 106, V 131, 152, 155, 156, 186.
Pogson, N. I 6, III 3, IV 4, 29, 31.
Poitevin I 139, II 76.
Polarisation, galv. II 105.
Polarisation des Lichtes II 57, V 122.
Polarisations-Astrometer II 23.
Polarisationsbatterie von Thomsen II 104.
Polarisationsdrehung, magnetische V 127, 135.
Polarisationsinstrument, Jellet's II 69.
Polarisationsinstrument, Wild's II 68.
Polarisationsprisma, Jamin's V 122.
Polarisationsprisma, neues III 106.
Polariskop, Savart's II 66.
Polarlicht, das IV 178.
Polarlicht, Periodicität IV 180.
Pollack, Schmidt & Co. V 220.
Polyamylen II 261.
Polyhalit I 318.
Polysideriten IV 19.
Polytechnische Schulen I 374, II 360.
Poncelet IV 224.
Pond IV 22.
Pons I 10, V 9, 19.
Portland-Cement III 406, 407.
Portland-Cement, Darstellung III 409.
Portland-Cement, Constitution III 414.
Porzellan, Goldverzier. auf photogr. Wege IV 113.
Porzellan, irisirende Glasur für III 385.
Potasche I 320.
Potts, Charles III 226.
Powalky I 73.
de Prados II 29.
Prat V 256.
Präparation des Flachses II 190.
Predazzit II 230.
Preece, G. W. III 179.
Pressen, sterhydraulische II 156.
Preßhämmer II 161.
Prestel, M. A. F. II 117, 123, 131.
Pretsch, Paul I 151, IV 111.
Prettner, J. III 128.
Prieger, O. E. II 235.
Pristley I 308.
Produktvolumen II 197.
Prony III 56, 72.
Propylen II 259.
Propylengas I 336.
Protagon I 351, IV 385.
Proteinstoffe IV 376.
Protuberanzen der Sonne II 18, 20, IV 6, V 35, 36, 38, 39, 40, 41, 48.
Prud'homme's galv. Elemente II 103.
Psychometrograph IV 169.
Physiostigmin II 291.
Puddelproceß, Richardsons IV 291.
Pumpe mit freiem Stempel V 236.
Pumpe, hydropneumatische V 235.
Pumpe, rotirende, von Repsold V 238.
Pumpelly, R. V 292.
Pumpenconstruktionen, neue V 231.
Pumpen mit oscillirendem Kolben V 236.
Pumpen mit rotirender Kolbenbewegung V 238.
Purpurin IV 300.
Puscher, L. III 344, IV 279, V 337.
Puschkin, M. III 86.
Pyridinreihe II 293.
Pyrit, Verwendung zur Schwefelsäurefabr. I 303.
Pyrolusit, Anwendg. in d. Elektricität II 114.
Pyropapier I 348.


## Q.


Quarz III 124.
Quecksilber III 340.
Quecksilber, Ausdehnung durch die Wärme III 111.
Quecksilber, natriumhalt. III 340.
Quecksilber, bequem. Transport von III 332.
Quecksilberchlorid III 342, IV 116.
Quecksilberelemente, galvan. II 103.
Quecksilberluftpumpe IV 51.
Quecksilberluftpumpe, doppelt wirkende IV 55.
Quecksilber-Luftpumpe von Morren II 49.
— v. Sprengel III 43, IV 56.
Quecksilber-Maximumthermometer III 126.
Quecksilber-Minimumthermometer III 125.
Quecksilberproduction I 299.
Quecksilberverbrauch I 299.
Quecksilberpumpe von Airy V 240.
Quecksilbersulfid, krystallis. III 343.
Quecksilberverbindungen, Flammenreact. III 286.
Quetelet III 10, V 19.


## R.


Rad, das hydro-aëro-dynamische IV 231.
Rabau V 75.
Radiationspunkte V 14.
Radicale I 326.
Radicale, einfache I 249.
— zusammenges. I 249.
Raffiniren des Stahls I 283.
Rammell I 241.
Rammelsberg, C. V 330.
Ramsbottom II 163, III 246.
Ran[illegible]den, Krater III 22.
Rangoon-Naphta IV 324.
Ransome IV 311, IV 372.
Rauchverbrennungsanordnungen II 135.

Rauchverzehrer von De Chodzko IV 186.
Rauchverzehrer m. überhitzt. Dampfe von Thierry IV 188.
Rauchverzehrungsapparate IV 185.
Rayet V 31, 37, 39, 40, 46, 47, 57.
Reagens, empfindl. auf Alkalien V 348.
Reaktion d. Wassers II 181.
Reaktionsdampfer II 182, III 248.
Rebenschwarz IV 332.
Rechenmaschine v. Thomas I 178, 184.
Rechenscheibe, Sonne's I 192.
Redtenbacher I 97, 100.
Reduction im Glasröhrchen III 277.
Reduction im Kohlenstäbchen III 278.
Reductionen mittels Zinkpulver III 348.
Reduction v. Metallen III 331.
Reductionsraum d. Gasflamme III 271.
Regenbildung II 131.
Regeneratoren, Siemens' II 141.
Regnault I 96, 193, II 139, IV 57, 72, V 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 85.
Regulator, selbstthät. für Kesselspeisung II 147.
Reich, F. I 258.
Reichardt I 271.
Reichardt, O. IV 109.
Reichenbach, Frhr. v. I 25.
Reichenbach, G. v. III 245.
Reimer V 261, 334.
Reindel V 379.
Reinecke, A. IV 344.
Reinisch III 87.
Reinsch III 309, V 326.
Reliefdruck, photogr. I 152.
Rens & Colson IV 208.
Resonatoren von Appunn V 89.
Respighi I 9, IV 15.
Reuben I 59.
Reuleaux V 238, 239.
Reusch III 87.
Reynolds III 333.
Reynolds', A., galvan. Kette II 102.
Rhamnegin IV 394.
Rhamnin IV 394.
Rhigolene II 264.
Rhodiumverbindungen, Flammenreact. III 291.
Rhoeadin IV 393.
Riban, J. IV 375.
Richard IV 48.
Richardson, G. J. V 209.
Richardson's Puddelproceß IV 291.
Riche, A. V 259.
Richer I 56.
Richter I 125.
Richter, B. II 335.
Richter, Th. I 259.
Richters, Engelb. IV 296, 300, V 270, 351, 368.
Rieter & Co. IV 225.
Rigny, Ed. de II 179.
Riva IV 6.
Rillen auf d. Monde III 20.
Rinman, L. III 353.
Rink IV 170.
Riordan's Sicherheitsapparat II 146.
Ritthausen II 341, IV 376, 377.
Rivière III 401, 403.
Robbins I 260.
Robinson I 224.
Robinson, J. A. IV 185.
Robiquet V 98.
Rochleder IV 399.
Rogers III 91.
Roheisen I 279, II 231.
Roheisen, Entkohlen durch Natronsalpeter IV 287.
Roheisen, Entschwefeln III 356.
Roheisen, graues I 281.
Roheisen, weißes I 280.
Roheisenproduktion II 231.
Rohstahleisen III 365.
Röhren-Dampfkessel I 218.
Rohrzucker I 344.
Roman-Cement III 406, 407.
Romilly, de, V 375.
Romminger, J. T. IV 199.
Romminger's Dampfgenerator III 241.
Roo's Dampfmaschine I 221.
Rosanilin II 316.
— essigsaures II 316.
— salzsaures II 316.
Rosanilinblau II 322.
Roscoe I 272.
Rose, G. I 184.
Rose, H. IV 297.
Roseïn II 314.
Rosenstiehl, A. II 313, IV 377.
Rösler, M. IV 279, 281, 395.
Rosse, Lord I 54.
Rostbeize III 372.
Rösten des Flachses II 184.
— Luft- od. Thauröste II 184.
— Wasserröste II 184.
— Warmwasserröste II 184.
— Billing's Röste II 185.
— Kropf's Röste II 185.
Röstofen von Gerstenhöfer III 304.
Rotationsdampfmaschine v. Serkis-Ballian II 148.
Rotationspumpe, Bramah'sche V 238.
Roth I 351.
Rothkupfererz III 123.
Rothlauge I 315.
Roussin III 396.
Roy I 59
Rübenzucker I 344.
Ruberythrinsäure IV 399.
Rubian IV 399.
Rubin III 123.
Rubidium I 125, II 256.
Rühlmann IV 223.
Rühmkorff I 154. II 116.
Rumford, Graf I 93.
Runkel's Dampfmaschine I 222.
Ruß, nachtheil. Einfluß bei der Heizung II 137.
Rutherford IV 14.
Ruthven, R. W. III 249.
Rutil III 123.
Rutylen II 250.
Rutylwasserstoff II 266.
Rziha V 32, 36, 37.

## S.

Sabinaland I 74.
Sabine, Ed. I 36, 65.
Sacc V 288.
Saccharimeter, Soleil's II 68.
Safford IV 22.
Salet V 115.
Salpetersäure V 279.
Salpetersäure, Darstellung III 314.
Salpetersäure, Verhältniß d. Concentration z. spec. Gewicht III 315.
Salpetrige Säure III 313.
Salvétat III 101.
Salze, übermangansaure III 374.
Salze, übermangans., als Bleichmittel III 385.

Salze, übermangans., als Toilettenmittel III 383.
Salzer, Th. IV 369.
Salzgehalt d. Meerwassers: Einfluß auf die Eisbildung I 114.
Salzsäure I 316, V 262.
Salzsäure, Einwirkung auf Zinn V 284.
Samanderin IV 393.
Samson III 7.
Samuda I 238, 241.
Sandsteine, Conservirg. V 371.
Sandsteine, künstl. IV 311, V 371.
Santonin IV 374.
Sappho, Planetoid I 6.
Saron IV 5.
Sauerstoff I 259, II 219, III 298, IV 268, V 251.
Sauerstoff, allotrop. Zustände I 260.
Sauerstoff, antozonhaltiger I 263.
Sauerstoff zu Beleuchtungszwecken II 221, IV 271.
Sauerstoff, Darstellung I 259, II 219, III 298, IV 268, V 253.
Sauerstoff, Spektrum V 110.
Säuren, fette I 328.
Säuren, fette, Gewinnung I 330.
Säuren, organische IV 354.
Saulnier III 223.
Saussure IV 165.
Sautter III 100.
De Sauty III 188.
Sauveur IV 61.
Savart, N. III 77, 89.
Savary's Kette V 160.
Saxton IV 129.
Scarpellini, Catarina III 10.
Schaffner, M. V 361.
Schaffgotsch, Graf III 87, 91.
Schafhäutl III 215.
Schall, Fortpflanzung in Röhren V 67.
Schall, Fortpflanzungsgeschwindigkeit III 71.
Schaller IV 395.
Schallgeschwindigkeit in festen Körpern V 87.
Schallgeschwindigkeit in der Luft III 75.
Schallgeschwindigkeit, Apparat z. Beobacht. der III 72.
Schallwellen, Bestimmung der Länge III 77, 80, 82.
Schallwellen, Fortpflanzg. in d. Luft V 67.
Scharlachcomposition IV 283.
Scheele I 134.
Scheeren, hydraulische II 164.
Scheffler, III 217, 227, 228, 230, IV 238.
Scheibler, C. II 69, IV 60.
Scheiner, Chr. I 29.
Schellen IV 148.
Schenck, John V 220.
Scheurer-Kestner I 313, III 401, 403, IV 418, 419, 420, 423 424, V 260.
Scheutz, Georg I 180.
Scoresby I 114.
Scott Russel IV 28.
Schiaparelli I 70, III 15, V 15.
Schiele's Turbinen II 170.
Schieß- und Sprengpulver, Schultze's I 346.
Schießbaumwolle I 345.
Schiff II 326.
Schimkow V 114.
Schinz, C. V 321.
Schlagdenhauffen IV 311.
Schlamp, C. IV 332.
Schleim, thierischer II 342.
Schleppbahn, Brydell'sche I 232.
Schlieren IV 80.
Schlieren-Apparat v. Töpler IV 80.
Schlotter, H. V 236.
Schmelzbarkeit d. Körper III 275.
Schmelzraum der Gasflamme III 270.
Schmid, H. D. IV 207.
Schmiedeeisen I 279, 281, II 231.
Schmiedeeisen, directe Darstellung aus Eisenerzen I 288.
Schmiedeeisen, Umwandlg. der Textur desselb. I 78.
Schmiedepresse, hydraul. III 162.
Schmidt, Jul. I 35, 50, III 10, 12, 14, 20, 23, 25, IV 14, 15, V 14.
Schnauß I 135, 145.
Schneider IV 332.
Schneider, W. v. V 288.
Schönbein I 261, 345.
Schönfeld V 60.
Schönit II 224.
Schorlemmer II 262, IV 327.
Schraube, archimedische V 233.
Schreiberfit I 19.
Schröder IV 255.
Schröder V 54.
Schroeter III 21, IV 15.
Schrötter IV 79.
Schubert, v. I 63.
Schulten III 67.
Schultz, C. V 184.
Schulze III 212.
Schulze, C. IV 344.
Schulze, F. IV 359, 368.
Schumacher I 59.
Schunck IV 399.
Schützenberger IV 274, 395, 400.
Schwabe, H. I 33.
Schwann IV 252.
Schwartzkopff I 205, 234.
Schwarz, H. II 101, 220, V 300.
Schwarzenbach II 287.
Schwefel III 302, V 274.
Schwefel, chemisch reiner, Darstellung V 363.
Schwefel, Löslichkeit in verschiedenen Flüssigkeiten IV 275.
Schwefel, Löslichkeit in Petroleumnaphta V 381.
Schwefel Nachweisg. m. d. Spektroskope V 115.
Schwefel, Vorkommen und Gewinng. in Italien III 302.
Schwefel, Wiedergewinng. a. d. Sodarückst. IV 275, V 351, 361.
Schwefeläthermaschinen I 104.
Schwefelbalsam II 240.
Schwefelcalcium III 309.
Schwefeleisen V 326.
Schwefelfirniß III 303.
Schwefelkies von Meggen I 304, IV 284.
Schwefelkohlenstoff IV 277, V 277.
Schwefelkohlenstoff als Extractionsmittel II 277.
Schwefelkohlenstoff, gesundheitsgefährl. III 323.
Schwefelkohlenstoff, Wirkg. d. Sonnenlichts auf denselben V 278.
Schwefelkohlenstoffhydrat IV 277.
Schwefelkrystalle, oktaëdrische IV 274.

Schwefellauge V 354.
Schwefelmetalle, ihr thermoelektr. Verhalten II 116.
Schwefelnatrium z. Verseifung II 280.
Schwefelquecksilber IV 117.
Schwefelsäure, arsenfreie I 306.
Schwefelsäure, Concentriren der I 306.
Schwefelsäure, englische I 302.
Schwefelsäure, Einwirkung auf Kupfer V 291.
Schwefelsäure, Einwirkung auf Zink V 303.
Schwefelsäure, Einwirkung auf Zinn V 284.
Schwefelsäure-Fabrikation III 304.
Schwefelsäure-Fabrik., Laming'sches Mittel zur I 305.
Schwefelverbindgn., Flammenreact. III 297.
Schwefelverbindgn., Phosphorescenz der IV 91.
Schwefelwasserstoff, Darstellg. III 309.
Schweflige Säure I 303, 307.
Schweigger IV 246.
Schweinefett IV 344.
Schweißen v. Kettengliedern II 163.
Schwellenstühle, eiserne IV 238.
Schwerd IV 165.
Schweröle aus bitum. Kohle, ihre Umwandlung in Leichtöle IV 326.
Schwerspath I 323, III 401.
Schwingen des Flachses II 187.
Schwingungen, longitudinale II 58.
Schwingungen, transversale II 58.
Secchi I 33, 44, 129, II 10, 17, 18, III 108, IV 9, 14, 24, 27, V 6, 7, 8, 9, 12, 33, 35, 46, 47, 48, 49, 59, 60.
Secrétan u. Eichen III 160.
Seebeck, J. J. II 110, III 78, 92, IV 28, V 124.
Seetang, Anwdg. z. Jodfabr. II 269.
Séguin I 81.
Seide, Schwarzfärben der III 372.
Seide, chem. Zusammensetz. der II 343.
Seidel II 22.
Seidenleim II 344.
Seidenstoff II 344.
Seidenzeuge, Prüfung auf Beimischg. v. Wolle IV 390.
Seifen I 329.
Seifen, Nachweisung von freiem Alkali in ders. IV 349.
Seifenwässer, Verwerthg. IV 346.
Selander I 60
Selenverbindungen, Flammenreact. III 284.
Sell, E. II 311.
Semele, Planetoid II 6, III 3.
Senarmontit III 123.
Separator, Mansfield's II 298.
Sericin II 344.
Serin II 334, 344.
Serra, Salv. I 45.
Serrin I 168, V 175.
Sestini I 51, IV 28.
Seydell, A. II 182, III 249.
Shakdo V 292.
Shalkit II 16.
Sherlock, Th. IV 371.
Sichart, v. V 21,
Sicherheitsapparate für Dampfkessel II 146.
Sicherheitsdampfkessel, m. Ueberhitzer, von Howard IV 194.
Siderostat IV 87, 88.
Sideriten IV 19.
Siebe's Eismaschine I 107.
Sieden des Wassers II 81.
Siedeverzug als Ursache d. Dampfkesselexplos. II 82, III 223.
Siemens, W. III 147, 235, IV 138, 148.
Sigl, G. IV 205.
Signalcoder, telegr. III 204.
Silber I 299, II 238, V 289.
Silber, Abscheidg. a. Photographie-Rückst. II 238.
Silber, destillirtes V 289.
Silber, Extraktion III 329.
Silber, Reindarstellung IV 337.
Silberarbeiten, Verhtg. d. Anlaufens V 290.
Silberlegirungen I 299.
Silbermann I 100.
Silberoxyd, salpetersaures I 135.
Silberoxyd, salpeters., Verbrauch I 325,
Silberspiegel, Anfertg. III 337, IV 318.
Silberverbindungen, Flammenreact. III 292.
Simeons IV 388.
Simmler V 264.
Simpson & Co, V 213.
Singer, J. M. V 201.
Sirius, der Doppelstern IV 20.
Sirius, Elemente IV 23.
Sirius, Spektrum IV 24.
Skey, Will. III 320.
Snellius, Will. I 56.
Sobrero I 348.
Soda, die I 311.
Soda, caustische I 315.
Sodabereitung in Schöningen I 314.
Sodabereitung nach Leblanc I 311, III 418.
Sodabildungsprozeß I 313.
Sodafabrikation III 416, V 348,
Sodafabrikation nach Stromeyer V 349.
Sodafabrikation nach Ungerer V 349.
Sodarückstände, Verwerthung V 351,
Sodaschmelze, Behandlung III 422.
Solanicin II 291.
Solanidin II 291.
Solanin II 290.
Solaröl I 337.
Sondhaus III 96, IV 78.
Sonne, E. I 192.
Sonne, die III 19, IV 6, V 27.
Sonne, Constitution der I 40.
Sonne, Lage ihr. Aequators III 19.
Sonne, Oberfläche der I 28, II 17.
Sonne, Parallaxe der IV 12.
Sonne, Rotationsdauer der III 19.
Sonne, Spektralbeobachtungen V 36, 39, 49, 95.
Sonnenatmosphäre, Natur der I 128.
Sonnenäquator, Neigung gegen die Ellipkik I 32.
Sonnenfackeln I 33.
Sonnenfinsterniß v. 1865 II 19.
Sonnenfinsterniß vom 18. Aug. V 27.

Sonenfinsterniß v. 18. Aug. 1868, Zone derselben V 30.
— Beobachtung V 30.
— Ergebniße ders. V 32, 41, 47.
— Photographien V 34.
Sonnenflecken I 29, 36, II 17.
Sonnenflecke, Natur, der IV 8.
Sonnenflecken, Periodicität der I 34.
Sonnenflecken, ihr Zusammenhg. mit d. Protuberanzen V 48.
Sonnenlicht, Intensität II 25.
Sonnenparallaxe II 3.
Sonnenspektrum I 117.
Sonnensystem, Elemente des II 3.
Sonnensystem, Oberfläche der Körper unseres I 28.
Sonstadt I 269.
Sorel III 399.
Soret V 253.
Sorby II 235, V 329.
Sparbrenner II 255.
Sparbrenner, Brönner's II 256.
Sparbrenner, Küp'sche I 255.
Sparbrenner, Nürnberger II 255.
Spartalit III 124.
Speiseapparat f. Dampfkessel, Achard's I 162.
Speiseruser von Schäffer u. B. II 146.
Spektra der Fixsterne, Eintheilung IV 24.
Spektra organ. Körper I 130.
Spektra verschied. Lichtquellen I 116.
Spektralanalyse, Empfindlichkeit der I 121.
Spektrallinien, Coincidenz I 126.
Spektraluntersuchungen III 107.
Spektroskopische Arbeiten, neue V 95.
Spektrum mit einer einzigen dunklen Linie V 116.
Spektrum d. Bessemerflamme III 361.
Spence III 347.
Spencer & Inglis IV 213.
Spiegel, durchsichtige III 103.
Spiegel aus versilb. und platin. Glase III 99, 101.
Spiegeleisen I 281.
Spiralpumpe V 233, 240.
Spitzenbildung, elektrochem. I 165.
Sporadosideren IV 19.
Spoerer I 33, II 17, 18, III 19, IV 9, 10, 11, 12, V 49.
Sprengel's Quecksilberluftpumpe III 43, IV 56.
Sprengöl, Nobel's II 284.
Stabeisen I 281.
Stabeisen, durchsichtig III 369.
Stabhefe IV 265.
Städeler II 344, III 295, IV 386, 387.
Stahl I 279, 282, II 231, IV 244.
Stahl, Darstellg. aus Roheisen II 237.
Stahl, chem. Eigenschaften I 282.
Stahl, Härten desselb. I 282.
Stahl, Struktur II 235.
Stahlbildung, Bedingungen der I 289.
Stahlerzeugung, Siemens-Martin'sche V 317.
Stahlfabrikation, Bérard's Verfahr. IV 291.
Stahlfabrikation, Siemens' Methode IV 291.
Stahlfrischprozeß, Heaton's V 311.
Stahlindustrie I 289.
Stahlproduktion II 231.
Stahlschmidt II 289, III 313, 348, IV 395.
Staite I 168, V 174.
Stammer V 167.
Stampfer V 75.
Stärke III 369.
Stärke, spec. Gewicht IV 370.
Stärke, Verunreinigen IV 370.
Stärkezucker I 343.
Stas, J. S. I 330, III 311, 337, IV 317.
Staßfurter Salzlager I 316.
Staubfiguren, akust. III 78.
Stearin I 329.
Stearinsäurefabrikation, Verbesserg. IV 346.
Stefan II 61, 115, V 87, 88, 93, 94, 95, 96.
Stein, W. IV 296, 349, V 277.
Steine, künstliche, harte V 332.
Steinkohle, Verändergn. d. Erhitzen V 270.
Steinmeteoriten II 16.
Steinöl I 337.
Steinregen in Kroatien V 25.
Steinregen in Oberitalien V 23.
Stelzner IV 351.
Stenhouse III 321, IV 391.
Stephan III 3, IV 6, V 31, 37, 38, 56, 57.
Stephenson, Rob. I 240.
Sterne, ihre Eigenbewegg. im Verhältniß z. Geschw. d. Lichts IV 27.
Stern, neu auftauchender III 23.
— — Spektrum III 26.
Sterne, veränderliche I 49, II 32.
— Verzeichniß II 33.
Sternschnuppen II 12, III 4, V 10.
Sternschnuppen, Höhe des Aufleuchtens III 14.
Sternschnuppen, Zusammenhang m. d. Kometen III 15, V 15.
Sternschnuppen, meteorolog. Bedeutg. der II 13.
Sternschnuppenfälle, Erklärg. III 5.
Stethoskop von König I 87.
Stevenson IV 181.
Stewart, B. V 45, 46, 143.
Stiche in vertiefter Manier III 166.
Stiche in erhabener Manier III 167.
Sticht III 375.
Stickoxydul, Darstellg. III 313.
Stickoxydulgas III 306.
Stickstoff V 279.
Stickstoff, Nachweisung mittels übermangans. Alkalien IV 296.
Stickstoff, Spektrum V 112.
Stickstoffgas, Darstellg. III 313.
Stimmgabel - Chronographen IV 70.
Stinde III 370, 371, 377.
Stirling, John I 194.
Stolba II 220, III 303, V 284, 291.
Stölzel IV 293.
Stone I 55, II 77.
Storer, F. H. IV 323.
Stöße, akust. IV 60.
Stokes I 130, V 99.
Strahlen, ultraviolette des Spektrums V 98.

Straßenlokomotiven I 224, 229, 231, 233, IV 238, V 195.
Straßenlokomotiven, Geschichte I 224.
Straßenlokomotiven, Erfahrungen damit I 230, 234.
Straßensprengen mit Chlorcalcium IV 309
Strecker II 287, IV 386, 399, 400.
Streifen, dunkle im Sonnenspektrum, Entstehung III 107, 109.
Streng I 259.
Strickmaschine V 224.
Strohutpresse II 167.
Ströme, thermo-elektrische II 110.
Struve I 51.
Struve, Heinr. V 255, 339.
Struve, O. V 57.
Struve, Wilh. I 60.
Stückenholz, L. I 216.
Stürenburg IV 109.
Sublimat III 342.
Substanzen, organ., Prüfg. auf Jod III 312.
Sulfitbeschlag III 282.
Sulzer, Gebr. IV 216.
Sumach IV 363.
Substitution I 249, II 207.
Svanberg I 59, 256.
Swan I 119, 140, IV 96, 105, 106, 370, 389.
Sykes II 128.
Sylvia, Planetoid III 3.
Sylvin I 319, V 142.
Sylvin, Brechungsindex V 145.
Symington, W. I 224.
Synsideriten IV 19.
Syntonin II 339.
Szubich, V 25.

## T.

Tacchini II 18.
Tachhydrit I 319.
Talbot I 138, IV 96.
Tangenten-Photometer von Bothe III 97.
Tangye, Ed. II 163.
Tangye Brothers & Price II 164.
Tannin, Reinigung IV 369.
Tanninverfahren I 144.
Tantal- u. Niobverbindungen, Flammenreact. III 295.
Tarbox, J. N. V 214.
Tardieu IV 236.
Taylor III 237, V 214.
Tebbutt jun., J. II 10.
Technologie, chemische II 193, III 250, IV 241, V 243.
Technologie, mechanische II 132, III 207, IV 184, V 188.
Teichmann IV 383.
Telegraphendrähte, Verbinden mittels Chlorzink III 350.
Tellurverbindungen, Flammenreact. III 284.
Tempel, Wilh. I 7, 10, II 10, IV 4, V 3.
Temperatur, Abnahme bei wechselnder Höhe II 128.
Temperatur, absolute III 132.
Tennant, J. F. V 30, 40, 46.
Tenner I 60.
Terbium I 255.
Terephthalsäure II 276.
Terpentinöl, künstliches I 340, II 265, IV 340.
Terquem, A. IV 77.
Terpsichore, Planetoid I 7.
Tessié du Motay, C. M. III 300, 385, IV 270, 295, V 118.
Tetradecylwasserstoff II 266.
Tetramine II 293.
Tetramylen II 261.
Textur des Schmiedeeisens, Umwandlung I 79.
Thalén, R. V 95.
Thallium I 257, IV 284.
Thallium, pikrinsaures IV 285.
Thalliumalkohol V 138.
Thalliumglas IV 284.
Thalliumoxyd I 258.
Thalliumoxydul, Verhalten gegen Reagentien IV 285.
Thalliumsuperoxyd I 258.
Thalliumsuperoxyd, zu pyrotechn. Zwecken IV 284.
Thalliumsuperoxyd, Verhalt. geg. Reagentien IV 285.
Thalliumverbindungen, Flammenreact. III 287.
Than, C. IV 278.
Thatcher V 17.
Thein II 287.
Thénard IV 251, 335.
Thenius II 328.
Theobromin II 287.
Theorie, chemische, der Gährung IV 267.
Theorie, elektrochemische II 207.
Thermograph, IV 159.
Thermograph von Pfeifer IV 124.
Thermographen III 128.
Thermometer, neue III 125, IV 121, V 135.
Thermometer, Anwendg. z. Höhemessen III 130.
Thermometer gegen Kesselexplos. III 230.
Thermometer f. hohe Temperaturen, von Berthelot IV 122.
Thermomultiplikator II 111.
Thermosäulen, neue II 110.
Thermophor von Möller u. Walter IV 199.
Thiele III 6, V 31.
Thierry fils IV 189.
Thisbe, Planetoid III 3.
Thom IV 377.
Thomas & Co. V 213.
Thoms IV 264.
Thompson, L. I 79, V 196.
Thomsen, Jul. II 53.
Thomson III 194, 200, V 234, 238.
Thon IV 296.
Thone, feuerfeste, rhein. III 391.
Thone, Ursachen ihr. Feuerbeständigk. IV 297.
Thonerde, schwefelsaure III 388.
Thonerde, schwefels., Prüfg. mittels Blauholztinctur III 390.
Thonerdeglas IV 314.
Thonerdetiegel III 405.
Thonwaaren, Glasiren der III 394.
Thonwaaren mit Platinüberzug V 332.
Thonwaaren, welche nicht schwinden V 331.
Thore, J. V 26.
Thudichum IV 386, 387.
Tietjen I 10, II 6, III 3, IV 8, 31, 46.
Tilghman, R. I 331.
Tisserant V 31, 37.
Titanverbindungen, Flammenreact. III 294.
Togood III 249.
Toilletemittel, übermangans. Salze als III 383.
Tollens II 276.
Toluidin II 275.

Toluidin, Darstellg. II 310.
Toluidin, flüssiges II 313.
Toluidinblau II 323.
Toluidinfarben - Industrie II 294.
Toluol II 275, IV 324.
Toluolroth II 313.
Toluylen II 317.
Tonempfindungen, über I 85.
Tonmesser, Appun's V 91.
Tonmesser, Scheibler's IV 62.
Tonschreibekunst IV 71.
Töpler II 97, III 92, 143, IV 79, 80,
Torula IV 259.
Toricelli IV 52.
Torrey, J. II 248.
Tourasse II 179.
Townsend V 355.
Transmissionen IV 227.
Traube IV 266.
Traubenzucker I 343.
Tresca I 208, II 41, IV 40, V 240.
Trevethik, R. I 225.
Triamine II 293.
Triamylen II 261.
Triäthylentetramin II 293.
Triathylentriäthyltriamin II 293.
Tridecylwasserstoff II 266.
Trinitrobenzol II 275.
Trinitrophenol II 333.
Triolein I 329.
Tripalmitin I 329.
Triphenylleukanilin II 323.
Tristearin I 329.
Trockenverfahren, photogr. I 143.
Troost I 83, 289, II 330, IV 31.
Trüloff V 371.
Tschigianjanz V 261, 334.
Tunner, v. III 351, 353, 363, 365, 366.
Turbine, Fontaine'sche IV 225.
Turbine von Larger IV 224.
Turbine von Schiele II 170.
Turbinen II 168.
Turbinendampfer II 182.
Turford's Lokomotive I 233.
Tycho de Brahe's Stern I 51.
Tylor, S. M. V 215.
Tyndall III 88, 90, 92.
Typen, chemische I 249.
Typentheorie II 208, III 257.

## U.

Ueberhitzungsapparate III 239.
Uebermangansaure Salze III 374.
Ueberziehen metall. Oberflächen mit andern Metallen III 169.
Uchatiusstahl III 364.
Udograph IV 160.
Ulex III 343.
Undecylen IV 324.
Undecylwasserstoff II 266.
Undina, Planetoid IV 3.
Ungerer, A. V 349.
Ure IV 252.
Uran V 328.
Uranverbindungen, Flammenreact. III 296.
Uranus, Planet I 3.
Urzeichen III 202.

## V.

Vail, Alfred I 172.
Valenciennes, A. V 328.
Valentiner IV 4.
Valerylen II 249.
Vallance I 237.
Vanadinverbindungen, Flammenreact. III 296.
Vandenkerchove, P. IV 206.
Van der Willigen V 50, 96.
Van Malderen I 169, IV 130.
Varrentrapp I 301, III 159, 165, IV 348.
Vautherin IV 235.
Vegetationstheorie IV 253.
Velocipede V 198.
Ventosa V 57.
Venus, Flecken auf der V 58.
Venusdurchgänge, Beobachtg. der I 70.
Verbindungen, äquivalente II 242.
Verbindungen, chem. I 249.
Verbindungen d. Elemente II 219.
Verbindungen, gesättigte II 216.
Verbindungen, kenomere II 243.
Verbindungen, metamere II 242.
Verbindungen, organische 325, II 242, IV 321, V 375.
Verbindungen, organ., stickstofffreie IV 374.
Verbindungen polymere II 242.
Verbindungen, ungesättigte II 216.
Verbrennung, langsame I 267.
Verbrennungsexperimente III 301.
Verdet V 129, 130, 131, 134, 135.
Vergara II 20.
Vergolden v. Eisengegenständen III 333.
Vergolden von Glas und Porzellan I 300, IV 319.
Vergolden d. Metalle III 333.
Verkupfern von Eisen und Stahl I 297, III 345.
Verplatinirungsapparat V 333.
Verquecksilberung d. Eisens V 326.
Verrier III 240.
Verschiedenheit d. Klanges, ihre Ursache I 85.
Verseifung I 329, 335.
Verseifung mittels Schwefelnatrium II 280.
Versendungsapparat, telegraph. III 203.
Versilberung des Glases IV 318.
Versilbern des Gußeisens V 325.
Versilbern d. Metalle III 333.
Versilberungsflüssigkeit III 338.
Versilberungsflüssigkeit, ungiftige V 290.
Verstählen der Kupferplatten III 164.
Verwesung IV 247.
Verzinken d. Eisens III 349.
Vesta, Planetoid I 4.
Vibrographie IV 71.
Vibroskop III 92.
Vidi IV 45.
Villème I 152.
Vinchon de Quémont II 179.
Vivian, A. I 225.
Vogel IV 330.
Vogel V 8, 31.
Vogel, H. I 132, 134.
Vogel, Herm. IV 97, 100, 107, 108.
Vogel, M. I 330,
Vohl, H.. II 300, IV 347.
Voizot III 226.
Vokal-Analyseur v. König IV 70.

Vokalapparat v. Appun V 91.
Volumgewicht gasförm. Elemente II 214.
Volumgewichte II 194.
Voß' Dampfmaschine I 223.
Vulcanöl IV 337.

## W.

Wachsmatrizen III 159.
Wackenroder IV 393.
Wagner, A. IV 333, V 328.
Wagner, H. III 401, 402.
Wagner, Rud. I 314, 322, 344, 378, 379, IV 341, 343, 351, 364.
Waldeck V 349.
Walker V 355.
Waltenhofen, A. v. II 102, IV 57, 155.
Walter, Ferd. IV 199.
Walzen und Hämmern des Eisens, Einfluß auf die Anordnung der Moleküle IV 43.
Wanklyn III 259, 396, IV 296.
Wanzer V 213.
Warburg, E. V 88.
Wärme, Ausnutzung der I 99.
Wärme, flüchtige III 217.
Wärme, freie III 217.
Wärme, haftende III 217.
Wärme, Körper- I 90.
Wärme, mechan. Aequivalent der I 94.
Wärme, spec. des Wasserdampfes III 134.
Wärme, strahlende I 90.
Wärme, Wesen der I 97.
Wärme, Wirkungen auf die Dampfkessel III 213.
Wärmelehre I 89, II 81, III 111, IV 118, V 135.
Wärmeregulator von Hipp V 138.
Wärmestrahlen, dunkle V 146.
Wärmetheorie, mechan. I 89, 99.
Warren, M. IV 323.
Warren de la Rue I 30, 43, IV 14, 395, V 33, 35, 46, 47, 164, 166.
Warth & Faber V 215, 217.
Wastum I 256
Wasser, Ausdehnung durch die Wärme III 111.
Wasser, Brechungsindex IV 94.
Wasser, Einfluß auf den Dampfkessel III 209.
Wasser, Erscheingn. beim Sieden II 81
Wasser, Theorie d. Bewegg. III 55.
Wasser, Ueberhitzg. II 85.
Wasserdampf, Einfluß auf d. Heizeffect. II 138.
Wasserdämpfe, gesättigte III 131.
Wasserdämpfe, überhitzte, Theorie III 131.
— Verwendung III 232.
Wasserglas IV 312, V 371.
Wasserglaslösung z. Conserv. v. Steinen IV 312.
Wasserhebungsmaschine v. Schlotter V 236.
Wasserluftpumpe, gläserne V 245.
Wasserrad v. Delnest IV 224.
Wassersaugapparat V 241.
Wassersäulenmasch. III 224.
Wassersäulenmaschine von Coque IV 225.
Wassersäulenmasch., Perret'sche IV 225.
Wasserschleben, v. IV 109.
Wasserstoff V 253.
Wasserstoff im Fixsternlicht IV 35.
Wasserstoff in Meteoreisen IV 34.
Wasserstoff, Absorption durch Palladium V 62.
Wasserstoffgas, Absorption d. Metalle IV 36.
Wasserstoffgas, Spektrum V 102.
Wasserstoffsuperoxyd V 255.
Wasserstrahlpumpen V 234, 241.
Watson I 10, II 6, IV 3, V 4.
Watt, James I 224, IV 217, 222.
Wawnikiewicz V 22.
Waeyenberch, A. v. II 153.
Webb I 48.
Weber III 8.
Weber, H. I 33.
Weber, Rud. III 213.
Weber, Wilh. IV 71.
Weber, Brüder V 92.
Webstuhl, pneumat. II 171.
Weegmann & Wesselhöft IV 80.
Wehrle IV 34.
Wehrle & Braun I 303.
Weidner III 114.
Weinhefe IV 264.
Weinhefen, Leuchtgas aus IV 332.
Weinhold, A. V 157.
Weinsäure IV 355.
Weintrestern zur Darstellg. v. Leuchtgas IV 331.
Weisbach, J. I 68.
Weisenthal V 200.
Weiskopf, P. III 333, IV 293.
Weiß, Ed. I 10, 36, III 87.
Weiß V 15, 16, 17, 19, 29, 32, 36
Weizenkleber IV 377.
Weldon, W. III 416, IV 294.
Wellen-Apparat v. Crova IV 74.
Wellenlängen verschied. Lichtarten II 56.
Weltspähne I 26.
Werg, Reinigung II 191.
Wergreinigungsmaschine II 191.
Werkzeugstahl III 365.
Werner, R. III 305, IV 352.
Wernicke, W. IV 319.
Werthheim III 77, 82, IV 72, V 130.
Werthigkeit II 210.
Westphal, G. IV 360.
Wetter, schlagende, Erkennung der II 47.
Wetter-Indicator, Ansell's III 54.
Wetzlar I 134.
Wheatstone, Ch. I 172, III 90, 147, IV 139, 160.
Wheatstone's Drahtgitter I 160.
Wheeler & Wilson V 203, 213, 220, 222.
Whigt & Man V 208.
Wicke II 220, III 344.
Wiedemann V 130.
Wilbur II 268.
Wild V 137.
Wilde IV 135.
Willcox & Gibbs V 201, 203, 208, 213.
Williams, C. P. V 367.
Williams, W. M. V 321.
Wilson I 334.
Wilson IV 105.
Wilson, E. B. II 161.
Wimmel, Th. IV 345.
Winnecke IV 5, V 7, 8.
Wind, seine Schnelligkeit II 132.
Windhausen, F. I 210.
Winkelblech II 220.

Winkler I 259, III 298, 322, IV 286.
Winnecke IV 12.
Winnecke'scher Komet V 7.
— Spektrum V 8.
Winter, C. V 152.
Winterschmied III 244.
Wirz, Andreas V 233.
Wise, F. II 320, 325.
Wismuth, neuer Fundort I 300.
Wismuthverbindungen, Flammenreact. III 286.
With V 59.
Witherit I 323.
Wittich'sche Lösung IV 383.
Wittstein I 134.
Wöhler III 323, V 281.
Wolf IV 6, 14, V 9, 57.
Wolf, Rud. I 34.
Wolfram V 288.
Wolfram-Bessemerstahl III 356, V 316.
Wolframstahl I 297.
Wolframverbindungen, Flammenreact. III 294.
Wolframweiß V 288.
Wolken, Höhe der II 132.
Wollaston II 25.
Wolle, Nachweisung von Baumwolle in ders. IV 390.
Wothlytypie I 143.
v. Wüllersdorf-Urbair IV 49.
Wüllner V 102, 104, 105, 106, 108, 110, 114, 116, 117, 118.
Wurtz, H. III 327.

## X.

Xenylamin II 311.
Xylol II 275.

## Y.

Young I 89, IV 326.

## Z.

Zalesky IV 393.
Zaliwski-Mikorski III 303.
Zängerle V 401.
Zaroubine V 235.
Zauber-Photographien III 77.
Zaum, Prony'scher V 188.
Zeh IV 186.
Zellenplattensystem für Eisenb. IV 239.
Zemann, J. V 227.
Zenker V 31.
Zersetzung, chemische I 249.
Zeuner, Gustav III 132.
Zinalin I 350.
Zinin V 124.
Zink III 348, V 302.
Zink, Abscheidg. aus Galmei V 303.
Zink, Einwirkg. d. Schwefelsäure auf V 303.
Zink, schwarze Patina auf V 304.
Zink, Schwarzbeizen V 309.
Zinkblech, Lackirg. V 310.
Zinkbleche, schwarz. Ueberzug auf V 307.
Zinkbleche, Verkupfern III 346.
Zinkblende, Verwendung z. Schwefelsäurefabr. I 305.
Zink-Chlorsilberkette von Pincus V 162.
Zinkeisen-Elemente, galv. II 100.
Zinkkohlenkette, Leclanché's V 162.
Zinkpulver zu Reductionen III 348.
Zinkvitriol III 351.
Zinkvitriollösung, spec. Gewichte III 351.
Zinkweiß I 324.
Zinn IV 279, V 282.
Zinn, Einwirkg. d. Salzsäure V 284.
Zinn, Einwirkg. d. Schwefelsäure V 284.
Zinn, gekörntes V 285.
Zinn, Molekularveränd. in der Kälte V 284.
Zinn, Prüfg. auf s. Reinheit IV 279.
Zinnasche IV 283.
Zinnchlorid IV 281.
Zinnchlorür, krystallis. IV 280.
Zinndendriten V 284.
Zinnerze, Reinig. v. Wolfram V 282.
Zinnober, Darstellung auf nassem Wege III 343.
Zinnoxyd IV 283.
Zinnpräparate IV 279.
Zinnsalz IV 280.
Zinnsalzsäure IV 283.
Zinnverbindungen, Flammenreact. III 293.
Zirkonerdestifte IV 273.
Ziurek IV 298.
Zoch, J. B. III 82, 88, 96.
Zöllner, J. C. F. II 23, V 33, 126, 127.
Zucker I 343, IV 371.
Zucker, Drehungsvermögen II 67.
Zuckercouleur IV 371.
Zuckerverbindungen, Flammenreact. III 288.
Zuggeschwindigkeitsmesser v. Claudius I 163.
Zustandsgleichung d. überhitzt. Dampfes III 133.

gleichmäßigen Druckfortpflanzung wird aus dem Princip abgeleitet. Für die Physik im engeren Sinne wird die mathematische Theorie der Wellenbewegung, wie solche in mehreren größeren Lehrbüchern vorgetragen wird, an die Spitze gestellt; und da dieselbe nur eine Anwendung der Mechanik ist, so stehen auch die Wellenbewegungen des Schalles, des Lichtes und der strahlenden Wärme auf dem Boden des Princips von der Erhaltung der Kraft. Die Lehre von der Körperwärme, welche durch die mechanische Wärmetheorie dem Princip am meisten verdankt und dasselbe erst in das rechte Licht gestellt hat, wird demgemäß nach den Clausius'schen Anschauungen durchgeführt, da dieselben allgemeine Annahme gefunden haben. So sind alle genannten Gebiete der Physik in engen Zusammenhang gebracht und durch Deduction aus dem Grundgesetze abgeleitet. Natürlich muß jeder Deduction der experimentelle Nachweis unmittelbar zur Seite stehen; daher ist in diesem Buche kein Gesetz abgeleitet worden, ohne die bestätigenden Versuche mit ihren Apparaten anzugeben und ohne zahlreiche Beispiele aus der gewöhnlichen und der wissenschaftlichen Erfahrung dafür beizubringen, wodurch der Methode der Induction ebenfalls ihr Recht geschehen ist.

Ganz ausschließlich und in der Consequenz, wie sie z. B. die Crüger'schen Lehrbücher beobachten, herrscht die Induction in den Gebieten der Electricit und des Magnetismus, die sich bis jetzt der Deduction vollständig entziehen.

Da das Studium ohne Selbstthätigkeit des Schülers nutzlos ist und das Dictiren von Fragen und Aufgaben viel Zeit in Anspruch nimmt, so sind jedem Kapitel zahlreiche Beispiele beigefügt; bei den leichteren sind nur die Resultate, bei den schwierigeren auch Andeutungen der Lösungen gegeben, deren gründliche Ausführung dem Schüler zu empfehlen ist, da sich hiermit auch eine Wiederholung verknüpft.

Um eine solche noch umfassender zu machen, sind die sonst in die physikalischen Lehren verflochtenen Anwendungen auf die Naturerscheinungen im Großen, im Weltraume, in der Luft, auf der Erde, von der eigentlichtn Physik getrennt und als eigene ein Ganzes bildende Abrisse über Himmelskunde, Meteorologie und Physik der Erde an den Schluß gestellt. Diese Abschnitte suchte der Verfasser in der Weise zu halten, daß sie, die interessantesten Gegenstände für Mittelschulen, sowohl nach Abschluß der Physik, als auch schon in unteren Klassen für sich vorgenommen werden können.

---



---

## Beurtheilungen.

„Unübertroffen von ähnlichen Unternehmungen, sowohl der Vollständigkeit, als der zweckmäßigen Anordnung der Materie nach. Die allgemeinste Anerkennung wird dem Unternehmen nicht fehlen.“

Dingler's Journal.

„Wir begrüßen dieses Unternehmen als ein eben so zeitgemäßes, wie nützliches; es wird dasselbe dem Gelehrten und Techniker zu einem reichhaltigen und bequemen Hilfsmittel werden.“

Schweizer. Polytechn. Zeitschrift.

„In Anbetracht seiner Vollständigkeit und praktischen Darstellungsweise ist dieses ganz zeitgemäße Unternehmen dem betheiligten Publikum nur zu empfehlen. Deutsche illustr. Gewerbezeitung.

Es blieb dem Herausgeber dieses Repertoriums vorbehalten, dem technischen Publikum ein Werk in die Hände zu geben, in welchem sich lang gehegte Wünsche vollständig erfüllt sehen. — Anordnung und Ausführung sind als vollkommen gelungen zu bezeichnen.

Maschinen-Constructeur.

„Das Repertorium löst die nicht leichte Aufgabe in völlig befriedigender Art und wird deßhalb der Beachtung aller Betheiligten warm empfohlen.“ Monatsschr. d. Gewerbe-Ver. zu Köln.

„It is a most useful publication and supplies a want which has been much felt throughout the whole scientific world.“

Prof. Rankine, Glasgow.

---

Von den Repertorium erscheint monatlich ein Heft im Umfange von $2^1/_2$—3 Bogen größtes Octavformat. — Der Preis des vollständigen Jahrgangs von 12 Heften ist 3 Thlr. — Am Schluß des Jahrgangs wird ein ausführliches Register geliefert.

Bestellungen auf das Repertorium werden von allen Buchhandlungen und Postanstalten angenommen.

**Verlag von Quandt & Händel in Leipzig.**

---

Druck von Otto Wigand in Leipzig